

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-348309

(P2000-348309A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

テームト* (参考)

5 D 0 3 4

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願平11-157132

(22) 出願日 平成11年6月3日 (1999. 6. 3)

(71) 出願人 000010098

アルプス電気株式会社

東京都大田区雪谷大塚町1番7号

(72) 発明者 長谷川 直也

東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプ

ス電気株式 会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外8名)

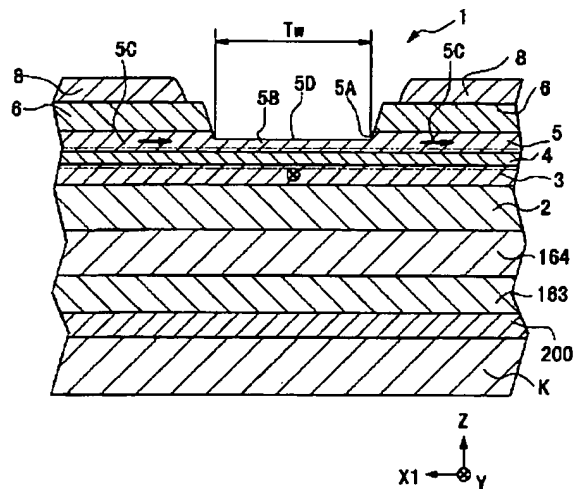
Fターム (参考) 5D034 BA04 BA09 CA08 DA07

(54) 【発明の名称】 スピンバルブ型薄膜磁気素子及び薄膜磁気ヘッド及びスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 スピンバルブ型薄膜磁気素子を製造する場合に、フリー磁性層の溝部の両側の平坦部上に配置されるバイアス層が、前記溝部に残ることがなく、耐熱性に優れたスピンバルブ型薄膜磁気素子を提供すること。

【解決手段】 反強磁性層2と、固定磁性層3と、非磁性導電層4と、フリー磁性層5と、バイアス層6、6と、導電層8、8とを基板K上に有し、前記フリー磁性層5は、前記基板Kと反対側の面にトラック幅Twに相当する幅のトラック溝5Aが設けられた溝部5Bと、その両側の平坦部5C、5Cとを有し、前記バイアス層6は、前記フリー磁性層5の両平坦部5C、5C上に配置されたものとする。



【特許請求の範囲】

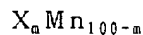
【請求項1】 反強磁性層と、前記反強磁性層と接して形成され、前記反強磁性層との交換異方性磁界により磁化方向が固定される固定磁性層と、前記固定磁性層の上に非磁性導電層を介して形成されたフリー磁性層と、前記フリー磁性層の磁化方向を前記固定磁性層の磁化方向に対して交差する方向に揃えるバイアス層と、前記フリー磁性層に検出電流を与える導電層とを有するスピバルブ型薄膜磁気素子であり、

前記フリー磁性層は、前記固定磁性層の配置されている方向と反対側の面にトラック幅に相当する幅のトラック溝が設けられた溝部と、その両側の平坦部とを有し、前記バイアス層は、前記フリー磁性層の両平坦部上に配置されたことを特徴とするスピバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項2】 前記反強磁性層および前記バイアス層は、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnを含む合金からなることを特徴とする請求項1記載のスピバルブ型薄膜磁気素子。

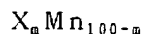
【請求項3】 前記固定磁性層と前記フリー磁性層の少なくとも一方が、非磁性中間層を介して2つに分断され、分断された層どうして磁化の向きが180度異なるフェリ磁性状態とされたことを特徴とする請求項1または請求項2記載のスピバルブ型薄膜磁気素子。

【請求項4】 前記反強磁性層は、下記の組成式からなる合金であることを特徴とする請求項1ないし請求項3記載のスピバルブ型薄膜磁気素子。



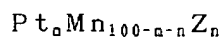
但し、Xは、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示すmは、 $48\text{原子}\% \leq m \leq 60\text{原子}\%$ である。

【請求項5】 前記バイアス層は、下記の組成式からなる合金であることを特徴とする請求項1ないし請求項3記載のスピバルブ型薄膜磁気素子。



但し、Xは、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示すmは、 $52\text{原子}\% \leq m \leq 60\text{原子}\%$ である。

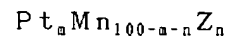
【請求項6】 前記反強磁性層は、下記の組成式からなる合金であることを特徴とする請求項1ないし請求項3記載のスピバルブ型薄膜磁気素子。



但し、Zは、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すm、nは、 $48\text{原子}\% \leq m+n \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq n \leq 40\text{原子}\%$ である。

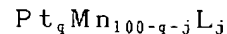
【請求項7】 前記バイアス層は、下記の組成式からなる合金であることを特徴とする請求項1ないし請求項3

記載のスピバルブ型薄膜磁気素子。



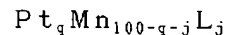
但し、Zは、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すm、nは、 $52\text{原子}\% \leq m+n \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq n \leq 40\text{原子}\%$ である。

【請求項8】 前記反強磁性層は、下記の組成式からなる合金であることを特徴とする請求項1ないし請求項3記載のスピバルブ型薄膜磁気素子。



但し、Lは、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すq、jは、 $48\text{原子}\% \leq q+j \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq j \leq 10\text{原子}\%$ である。

【請求項9】 前記バイアス層は、下記の組成式からなる合金であることを特徴とする請求項1ないし請求項3記載のスピバルブ型薄膜磁気素子。



但し、Lは、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すq、jは、 $52\text{原子}\% \leq q+j \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq j \leq 10\text{原子}\%$ である。

【請求項10】 基板上に、反強磁性層と、固定磁性層と、非磁性導電層と、フリー磁性層と、バイアス層とを順次積層して積層体を形成する工程と、

前記積層体にトラック幅方向と直交する方向である第1の磁界を印加しつつ、第1の熱処理温度で熱処理し、前記反強磁性層およびバイアス層に交換異方性磁界を発生させて、前記固定磁性層および前記フリー磁性層の磁化を同一方向に固定すると共に、前記反強磁性層の交換異方性磁界を前記バイアス層の交換異方性磁界よりも大とする工程と、

トラック幅方向に前記バイアス層の交換異方性磁界よりも大きく前記反強磁性層の交換異方性磁界よりも小さい第2の磁界を印加しつつ、前記第1の熱処理温度よりも高い第2の熱処理温度で熱処理し、前記フリー磁性層に前記固定磁性層の磁化方向と交差する方向のバイアス磁界を付与する工程と、

前記バイアス層の一部を除去してトラック幅に近い幅の凹部を形成するとともに、この凹部の下に位置する前記フリー磁性層にトラック幅に相当する幅のトラック溝を形成する工程と、

前記バイアス層上に、前記フリー磁性層に検出電流を与える導電層を形成する工程とを有することを特徴とするスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項11】 前記反強磁性層および前記バイアス層に、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnを含む合金を用いることを特徴とする請求項10記載のスピバル

ブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項12】 前記第1の熱処理温度は、220℃～240℃の範囲であることを特徴とする請求項10ないし請求項11記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項13】 前記第2の熱処理温度は、250℃～270℃の範囲であることを特徴とする請求項10ないし請求項12記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法。

【請求項14】 スライドに請求項1ないし請求項9記載のスピンバルブ型薄膜磁気素子が備えられてなることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固定磁性層の固定磁化の方向と外部磁界の影響を受けるフリー磁性層の磁化の方向との関係で、電気抵抗が変化するスピンバルブ型薄膜磁気素子に関し、特に、耐熱性に優れたスピンバルブ型薄膜磁気素子及びこのスピンバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッド及びフリー磁性層の磁化方向と固定磁性層の磁化方向とを容易に直交させることができるスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】磁気抵抗効果型の磁気ヘッドには、磁気抵抗効果を示す素子を備えたAMR (Anisotropic Magnetoresistive) ヘッドと、巨大磁気抵抗効果を示す素子を備えたGMR (Giant Magnetoresistive) ヘッドとがある。AMRヘッドにおいては、磁気抵抗効果を示す素子が磁性体からなる単層構造とされている。一方、GMRヘッドにおいては、素子が複数の材料が積層されてなる多層構造とされている。巨大磁気抵抗効果を生み出す構造にはいくつかの種類があるが、比較的構造が単純で、微弱な外部磁界に対して抵抗変化率が高いものとしてスピンバルブ型薄膜磁気素子がある。

【0003】図12および図13は、従来のスピンバルブ型薄膜磁気素子の一例を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。これらの例のスピンバルブ型薄膜磁気素子の上下には、ギャップ層を介してシールド層が形成されており、前記スピンバルブ型薄膜磁気素子、ギャップ層、及びシールド層で、再生用のGMRヘッドが構成されている。なお、前記再生用のGMRヘッドの上に、記録用のインダクティブヘッドが積層されていてもよい。このGMRヘッドは、インダクティブヘッドと共に浮上式スライドのトレーリング側端部などに設けられて薄膜磁気ヘッドを構成し、ハードディスク等の磁気記録媒体の記録磁界を検出するものである。なお、図12および図13において、磁気記録媒体の移動方向は、図示Z方向であり、磁気記録媒体からの漏れ磁界の方向は、Y方向である。

【0004】図12に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子は、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、フリー磁性層が一層ずつ形成された、いわゆるボトム型のシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子である。図12に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子は、下から下地層31、反強磁性層22、固定磁性層23、非磁性導電層24、フリー磁性層25および保護層32で構成された多層膜33と、この多層膜33の両側に形成された一対のハードバイアス層（永久磁石層）29、29、ハードバイアス層29、29上に形成された一対の電極層28、28とで構成されている。なお、下地層31および保護層32は、Ta膜などで形成されている。また、多層膜9の上面の幅寸法によってトラック幅Twが決定される。

【0005】一般的に、前記反強磁性層22には、Fe-Mn合金膜やNi-Mn合金膜が、固定磁性層23およびフリー磁性層25には、Ni-Fe合金膜が、非磁性導電層24には、Cu膜が、ハードバイアス層29、29には、Co-Pt合金膜が、電極層28、28には、Cr膜やW膜が使用される。

【0006】図12に示すように、固定磁性層23の磁化は、反強磁性層22との交換異方正磁界により、Y方向（記録媒体からの漏れ磁界方向：ハイト方向）に単磁区化され、フリー磁性層25の磁化は、前記ハードバイアス層29、29からのバイアス磁界の影響を受けてX1方向と反対方向に揃えられる。すなわち、固定磁性層23の磁化とフリー磁性層25の磁化とが直交するように設定されている。

【0007】このスピンバルブ型薄膜素子では、ハードバイアス層29、29上に形成された電極層28、28から、固定磁性層23、非磁性導電層24およびフリー磁性層25に検出電流（センス電流）が与えられる。ハードディスクなどの記録媒体の走行方向は、Z方向である。記録媒体からの漏れ磁界方向がY方向に与えられると、フリー磁性層25の磁化がX1方向と反対方向からY方向に向けて変化する。このフリー磁性層25内での磁化方向の変動と、固定磁性層23の固定磁化方向との関係で、電気抵抗が変化（これを磁気抵抗効果という）し、この電気抵抗値の変化に基づく電圧変化により、記録媒体からの漏れ磁界が検出される。

【0008】また、図13に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子は、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、フリー磁性層が一層ずつ形成された、いわゆるボトム型のシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子である。

【0009】図13において、符号Kは基板を示している。この基板Kの上には、反強磁性層22が形成されている。さらに、前記反強磁性層22の上には、固定磁性層23が形成され、この固定磁性層23の上には、非磁性導電層24が形成され、さらに、前記非磁性導電層24の上には、フリー磁性層25が形成されている。また、前記フリー磁性層25の上には、バイアス層26、

26がトラック幅Twと同じ間隔を開けて設けられ、前記バイアス層26、26の上には、導電層28、28が設けられている。

【0010】前記固定磁性層23は、例えば、Co膜、NiFe合金、CoNiFe合金、CoFe合金などにより形成されている。また、前記反強磁性層22は、NiMnにより形成されている。前記バイアス層26、26は、面心立方晶で不規則結晶構造のFeMn合金などの反強磁性材料により形成されている。

【0011】図13に示す固定磁性層23は、前記反強磁性層22との界面にて発生する交換結合による交換異方性磁界により磁化されている。そして、前記固定磁性層23の磁化方向は、図示Y方向、すなわち記録媒体から離れる方向（ハイト方向）に固定されている。

【0012】また、前記フリー磁性層25は、前記バイアス層26の交換異方性磁界によって磁化されて単磁区化されている。そして、前記フリー磁性層25の磁化方向は、図示X1方向と反対方向、すなわち固定磁性層23の磁化方向と交差する方向に揃えられている。前記フリー磁性層23が、前記バイアス層26の交換異方性磁界により単磁区化されることによって、バルクハウゼンノイズの発生が防止される。

【0013】このスピバルブ型薄膜磁気素子においては、導電層28からフリー磁性層25、非磁性導電層24、固定磁性層23に定常電流が与えられ、Z方向に走行する磁気記録媒体からの漏れ磁界が図示Y方向に沿って与えられると、フリー磁性層25の磁化方向が、図示X1方向と反対方向からY方向に向けて変動する。このフリー磁性層25内での磁化方向の変動と固定磁性層23の磁化方向との関係で電気抵抗が変化し、この抵抗変化に基づく電圧変化により磁気記録媒体からの漏れ磁界が検出される。

【0014】図13のようなスピバルブ型薄膜磁気素子は、図14に示すように、反強磁性層22からフリー磁性層25までの各層を形成し、磁場中で熱処理（アニール）を施すことにより、固定磁性層23と反強磁性層22との界面にて交換異方性磁界を発生させて、固定磁性層23の磁化方向を図示Y方向に固定したのち、図15に示すように、ほぼトラック幅に相当するリフトオフレジスト351を形成する。ついで、図16に示すように、リフトオフレジスト351に覆われていないフリー磁性層25の表面に、バイアス層26および導電層28を形成し、前記リフトオフレジスト351を除去したのち、フリー磁性層25の磁化方向をトラック幅方向に揃えることにより、図13に示すスピバルブ型薄膜磁気素子が製造される。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図12に示す従来のスピバルブ型薄膜磁気素子では、以下のような問題が発生する。固定磁性層23の磁化は、上述

したように、図示Y方向に単磁区化されて固定されているが、前記固定磁性層23の両側には、X1方向と反対方向に磁化されているハードバイアス層29、29が設けられている。そのために、とくに、固定磁性層23の両側の磁化が、前記ハードバイアス層29、29からのバイアス磁界の影響を受け、図示Y方向に固定されなくなっている。

【0016】すなわち、前記ハードバイアス層29、29のX1方向と反対方向の磁化を受けて、X1方向と反対方向に単磁区化されているフリー磁性層25の磁化と、固定磁性層23の磁化とは、とくに多層膜33の側端部付近では、直交関係にない。フリー磁性層25の磁化と、固定磁性層23の磁化とを直交関係にしておく理由は、フリー磁性層25の磁化が小さな外部磁界でも容易に変動可能で、電気抵抗を大きく変化させることができ、再生感度を向上させることができるからである。さらに、前記直交関係にあると、良好な対称性を有する出力波形を得ることが可能になるためである。

【0017】しかも、フリー磁性層25のうち、その側端部付近における磁化は、ハードバイアス層29、29からの強い磁化の影響を受けるため固定されやすく、外部磁界に対して磁化が変動しにくくなっており、図12に示すように、多層膜33の側端部付近には、再生感度の悪い不感領域が形成される。

【0018】多層膜33のうち、不感領域を除いた中央部分の領域が、実質的に記録媒体の再生に寄与し、磁気抵抗効果を発揮する感度領域であり、この感度領域の幅は、多層膜33の形成時に設定されたトラック幅Twよりも不感領域の幅寸法分だけ短くなっており、不感領域のばらつきのために正確なトラック幅Twを画定することが困難となっている。そのため、トラック幅Twを狭くして高記録密度化対応することが難しくなるという問題がある。

【0019】また、図13に示すスピバルブ型薄膜磁気素子は、反強磁性材料からなるバイアス層26を用いたエクスチェンジバイアス方式により、フリー磁性層25の磁化方向を固定磁性層23の磁化方向に対して交差する方向に揃えるものである。前記エクスチェンジバイアス方式は、不感領域があるため実効トラック幅Twの制御が困難であるハードバイアス方式と比較して、トラック幅Twの狭い高密度記録に対応するスピバルブ型薄膜磁気素子に適した方式である。

【0020】しかしながら、図13に示すスピバルブ型薄膜磁気素子においては、反強磁性層22がNi-Mn合金で形成されているため、耐食性に問題があった。また、反強磁性層22にNi-Mn合金またはFe-Mn合金を用いたスピバルブ型薄膜磁気素子では、薄膜磁気ヘッドの製造工程でさらされるトリポリリン酸ソーダなどを含んだ弱アルカリ性溶液や乳化剤などにより腐食して、交換異方性磁界が小さくなってしまふなどの問題

がある。

【0021】また、反強磁性層22がNi-Mn合金で形成されていることにより、バイアス層26、26に使用する反強磁性材料に制約があり、その結果、バイアス層26、26の耐熱性、耐食性が悪いという不都合があった。すなわち、耐熱性の高いバイアス層26、26を形成するためには、Ni-Mn合金からなる反強磁性層22と固定磁性層23の界面に、図示Y方向に作用する交換異方性磁界に対し、交差する方向に磁場中で熱処理を施すことにより、バイアス層26、26とフリー磁性層25の界面に、X1方向と反対方向に交換異方性磁界を発生可能なNi-Mn合金などの反強磁性材料を選択しなければならない。

【0022】しかし、前記磁場中で熱処理を施した際に、反強磁性層22と固定磁性層23の界面に作用する交換異方性磁界がY方向からX1方向と反対方向に傾き、固定磁性層23の磁化方向とフリー磁性層25の磁化方向が非直交となってしまう、出力信号波形の対称性が得られなくなってしまう問題があった。そこで、バイアス層26、26には、磁場中加熱処理を必要とせず、磁場中で成膜直後に交換異方性磁界を発生する反強磁性材料を選択する必要がある。このような理由により、バイアス層26、26は、一般的に、面心立方晶で不規則結晶構造を有するFeMn合金により形成されている。

【0023】しかしながら、磁気記録装置などに装着した場合には、装置内の温度上昇または検出電流により発生するジュール熱の発生により、素子部の温度が高温となるため、交換異方性磁界が低下し、フリー磁性層25を単磁区化することが困難となり、結果として、バルクハウゼンノイズを発生してしまう問題があった。また、Fe-Mn合金は、Ni-Mn合金以上に耐食性が悪く、薄膜磁気ヘッドの製造工程でさらされるトリポリ燐酸ソーダなどを含んだ弱アルカリ性溶液や乳化剤などにより腐食して、交換異方性磁界が小さくなってしまいうなどの問題があるのみならず、磁気記録装置内においても腐食が進行して耐久性に劣るという問題がある。

【0024】また、図14～図16に示す従来のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、図15に示すリフトオフレジスト351を形成する工程で、前記基板と前記バイアス層との間に形成される最上層の表面が大気に触れてしまい、大気に触れた表面をArなどの希ガスによりイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングしてからその上の層を形成する必要がある。このため、製造工程が増大する問題がある。さらに、前記最上層の表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングする必要があるため、再付着物によるコンタミや、表面の結晶状態の乱れによる交換異方性磁界の発生に対する悪影響など、クリーニングすることに起因する不都合が生じてしまう。

【0025】また、上述した従来のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法では、トラック幅Twをリフトオフレジスト351の両側のバイアス層26、26および電極層28、28で画定しているため、リフトオフレジスト351の基端部の寸法のばらつきによりトラック幅Twがばらつく問題があった。

【0026】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、スピバルブ型薄膜磁気素子を製造する場合に、フリー磁性層の溝部の両側の平坦部上に配置されるバイアス層が、前記溝部に残ることがなく、トラック幅を精度よく画定でき、高記録密度化に対応できるスピバルブ型薄膜磁気素子を提供することを課題としている。また、反強磁性層やバイアス層の材質を改良することにより、耐熱性に優れたスピバルブ型薄膜磁気素子を提供することを課題としている。また、フリー磁性層の磁化方向と固定磁性層の磁化方向とを容易に直交させることができる前記スピバルブ型薄膜磁気素子の構造と製造方法を提供することを課題としている。さらにまた、前記スピバルブ型薄膜磁気素子を備え、耐久性および耐熱性に優れ、十分な交換異方性磁界が得られる薄膜磁気ヘッドを提供することを課題としている。

【0027】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、反強磁性層と、前記反強磁性層と接して形成され、前記反強磁性層との交換異方性磁界により磁化方向が固定される固定磁性層と、前記固定磁性層の上に非磁性導電層を介して形成されたフリー磁性層と、前記フリー磁性層の磁化方向を前記固定磁性層の磁化方向に対して交差する方向に揃えるバイアス層と、前記フリー磁性層に検出電流を与える導電層とを有するスピバルブ型薄膜磁気素子であり、前記フリー磁性層は、前記固定磁性層の配置されている方向と反対側の面にトラック幅に相当する幅のトラック溝が設けられた溝部と、その両側の平坦部とを有し、前記バイアス層は、前記フリー磁性層の両平坦部上に配置されたことを特徴とするものである。

【0028】このようなスピバルブ型薄膜磁気素子では、前記フリー磁性層は、前記固定磁性層の配置されている方向と反対側の面にトラック幅に相当する幅のトラック溝が設けられた溝部を有しているので、前記溝部の幅に応じてトラック幅を正確に決めることができる。また、このスピバルブ型薄膜磁気素子を製造する場合に、フリー磁性層の溝部の両側の平坦部上に配置されるバイアス層が、前記溝部に残ることがなく、磁気記録媒体からの微弱な漏れ磁界に対してフリー磁性層の磁気モーメントがスムーズに回転する感度の優れたスピバルブ型薄膜磁気素子を提供することができる。

【0029】また、前記反強磁性層および前記バイアス

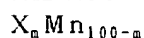
層は、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnとを含む合金からなることが望ましい。このようなスピバルブ型薄膜磁気素子は、反強磁性層およびバイアス層が、上記の合金からなるものであるため、交換異方性磁界の温度特性が良好となり、耐熱性に優れたスピバルブ型薄膜磁気素子を提供することが可能となる。また、ハードディスクなどの装置内の環境温度や素子を流れるセンス電流によるジュール熱により素子が高温となるハードディスク装置に備えられた場合の耐久性が良好で、温度変化による交換異方性磁界（交換結合磁界）の変動が少ない優れたスピバルブ型薄膜磁気素子を得ることができる。

さらにまた、反強磁性層を上記の合金で形成することで、ブロッキング温度が高いものとなり、反強磁性層に大きな交換異方性磁界を発生させることができるため、固定磁性層の磁化方向を強固に固定することができる。

【0030】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記固定磁性層と前記フリー磁性層の少なくとも一方が、非磁性中間層を介して2つに分断され、分断された強磁性層どうしで磁化の向きが180度異なるフェリ磁性状態とされたことを特徴とするものとしてもよい。

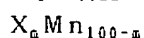
【0031】少なくとも固定磁性層が非磁性中間層を介して2つに分断されたスピバルブ型薄膜磁気素子とした場合、2つに分断された固定磁性層のうち一方が他方の固定磁性層を適正な方向に固定する役割を担い、固定磁性層の状態を非常に安定した状態に保つことが可能となる。一方、少なくともフリー磁性層が非磁性中間層を介して2つに分断されスピバルブ型薄膜磁気素子とした場合、2つに分断されたフリー磁性層どうしの間に交換結合磁界が発生し、フェリ磁性状態とされ、外部磁界に対して感度よく反転できるものとなる。

【0032】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記反強磁性層は、下記の組成式からなる合金であることが望ましい。



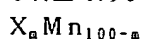
但し、Xは、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示すmは、 $48\text{原子}\% \leq m \leq 60\text{原子}\%$ である。

【0033】また、前記反強磁性層は、下記の組成式からなる合金であることが好ましい。



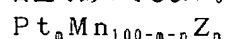
但し、Xは、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示すmは、 $48\text{原子}\% \leq m \leq 58\text{原子}\%$ である。

【0034】さらに、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記バイアス層は、下記の組成式からなる合金であることが望ましい。



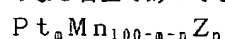
但し、Xは、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示すmは、 $52\text{原子}\% \leq m \leq 60\text{原子}\%$ である。

【0035】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記反強磁性層は、下記の組成式からなる合金であってもよい。



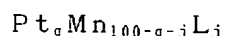
但し、Zは、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すm、nは、 $48\text{原子}\% \leq m+n \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq n \leq 40\text{原子}\%$ である。より好ましい組成比は、 $48\text{原子}\% \leq m+n \leq 58\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq n \leq 40\text{原子}\%$ である。

【0036】さらにまた、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記バイアス層は、下記の組成式からなる合金であってもよい。



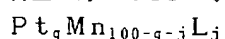
但し、Zは、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すm、nは、 $52\text{原子}\% \leq m+n \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq n \leq 40\text{原子}\%$ である。

【0037】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記反強磁性層は、下記の組成式からなる合金であってもよい。



但し、Lは、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すq、jは、 $48\text{原子}\% \leq q+j \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq j \leq 10\text{原子}\%$ である。より好ましくは組成比を示すq、jは、 $48\text{原子}\% \leq q+j \leq 58\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq j \leq 10\text{原子}\%$ である。

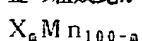
【0038】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記バイアス層は、下記の組成式からなる合金であってもよい。



但し、Lは、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すq、jは、 $52\text{原子}\% \leq q+j \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq j \leq 10\text{原子}\%$ である。

【0039】とくに、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、反強磁性層とバイアス層とを構成する合金の組成を同一とする場合には、次の①～③の組み合わせが好ましい。

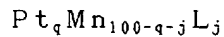
①すなわち、反強磁性層およびバイアス層を構成する合金の組成比が以下の場合であることが好ましい。



但し、Xは、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示すmは、 $52\text{原子}\% \leq m \leq 58\text{原子}\%$ である。また、上記の

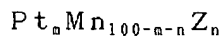
反強磁性層およびバイアス層の組成比を示す m が、52原子% $\leq m \leq 56$ 、5原子%であることがより好ましい。

【0040】②また、反強磁性層およびバイアス層を構成する合金の組成比が以下の場合であることが好ましい。



但し、 L は、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示す q 、 j は、52原子% $\leq q+j \leq 58$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%である。また、上記の反強磁性層およびバイアス層の組成比を示す q 、 j が、52原子% $\leq q+j \leq 56$ 、5原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%であることがより好ましい。

【0041】③また、反強磁性層およびバイアス層を構成する合金の組成比が以下の場合であることが好ましい。



但し、 Z は、Pd、Rh、Ru、Ir、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示す m 、 n は、52原子% $\leq m+n \leq 58$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%である。また、上記の反強磁性層およびバイアス層の組成比を示す m 、 n が、52原子% $\leq m+n \leq 56$ 、5原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%であることが好ましい。

【0042】また、反強磁性層とバイアス層を構成する合金の組成を異ならしめる場合には、次の④～⑥の組み合わせが好ましい。

④すなわち、バイアス層が、組成式 $\text{X}_m\text{Mn}_{100-m}$ で表され、 X が、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示す m が、52原子% $\leq m \leq 60$ 原子%の合金であるとともに、反強磁性層が、組成式 $\text{X}_m\text{Mn}_{100-m}$ で表され、 X が、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示す m が、48原子% $\leq m \leq 58$ 原子%の合金であることが好ましい。また、反強磁性層の組成比を示す m が、52原子% $\leq m \leq 55$ 、2原子%または56、5原子% $\leq m \leq 60$ 原子%であることがより好ましい。

【0043】⑤また、バイアス層が、組成式 $\text{Pt}_q\text{Mn}_{100-q-j}\text{L}_j$ で表され、 L が、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示す q 、 j が、52原子% $\leq q+j \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%の合金であるとともに、反強磁性層が、組成式 $\text{Pt}_q\text{Mn}_{100-q-j}\text{L}_j$ で表され、 L が、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示す q 、 j が、48原子% $\leq q+j \leq 58$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%の合金であることが好ましい。また、反強磁

性層の組成比を示す q 、 j が、52原子% $\leq q+j \leq 55$ 、2原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%または56、5原子% $\leq q+j \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%であることがより好ましい。

【0044】⑥また、バイアス層が、組成式 $\text{Pt}_m\text{Mn}_{100-m-n}\text{Z}_n$ で表され、 Z が、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示す m 、 n が、52原子% $\leq m+n \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%の合金であるとともに、反強磁性層が、組成式 $\text{Pt}_m\text{Mn}_{100-m-n}\text{Z}_n$ で表され、 Z が、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示す m 、 n が、48原子% $\leq m+n \leq 58$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%の合金であることが好ましい。また、反強磁性層の組成比を示す m 、 n が、52原子% $\leq m+n \leq 55$ 、2原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%または56、5原子% $\leq m+n \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%であることがより好ましい。

【0045】さらに、前記課題は、基板上に、反強磁性層と、固定磁性層と、非磁性導電層と、フリー磁性層と、バイアス層とを順次積層して積層体を形成する工程と、前記積層体にトラック幅方向と直交する方向である第1の磁界を印加しつつ、第1の熱処理温度で熱処理し、前記反強磁性層およびバイアス層に交換異方性磁界を発生させて、前記固定磁性層および前記フリー磁性層の磁化を同一方向に固定すると共に、前記反強磁性層の交換異方性磁界を前記バイアス層の交換異方性磁界よりも大とする工程と、トラック幅方向に前記バイアス層の交換異方性磁界よりも大きく前記反強磁性層の交換異方性磁界よりも小さい第2の磁界を印加しつつ、前記第1の熱処理温度よりも高い第2の熱処理温度で熱処理し、前記フリー磁性層に前記固定磁性層の磁化方向と交差する方向のバイアス磁界を付与する工程と、前記バイアス層の一部を除去してトラック幅に近い幅の凹部を形成するとともに、この凹部の下に位置する前記フリー磁性層にトラック幅に相当する幅のトラック溝を形成する工程と、前記バイアス層上に、検出電流を与えるための導電層を形成する工程とを有することを特徴とするスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法によって解決できる。

【0046】上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記反強磁性層および前記バイアス層に、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnとを含む合金を用いることが好ましい。また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記第1の熱処理温度は、220℃～240℃の範囲であることが好ましい。さらにまた、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、前記第2の熱処理温度は、250

℃～270℃の範囲であることが好ましい。

【0047】図17は、ボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子とトップ型スピバルブ型薄膜磁気素子における反強磁性層の熱処理温度と交換異方性磁界との関係を示したグラフである。図17から明らかなように、反強磁性層と基板との距離が近い（または、固定磁性層の下に反強磁性層が配置された）ボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層（■印）の交換異方性磁界は、200℃で既に発現し、240℃付近で600(Oe)を越えている。一方、反強磁性層と基板との距離がボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子よりも遠い（または、固定磁性層の上に反強磁性層が配置された）トップ型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層（◆印）の交換異方性磁界は、240℃付近で発現し、約260℃付近においてようやく600(Oe)を越えている。

【0048】このように、反強磁性層と基板との距離が近い（または、固定磁性層の下に反強磁性層が配置された）ボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層は、反強磁性層と基板との距離がボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子よりも遠い（または、固定磁性層の上に反強磁性層が配置された）トップ型スピバルブ型薄膜磁気素子と比較して、比較的低い熱処理温度で高い交換異方性磁界が得られることがわかる。

【0049】本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、反強磁性層と基板との距離が近いボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子であり、前記反強磁性層に使用される材質と同様の材質によって形成されたバイアス層が反強磁性層よりも基板から遠い位置に配置されている。また、反強磁性層と基板との距離が近いボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子は、固定磁性層の下に反強磁性層が配置され、反強磁性層と基板との距離がボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子よりも遠いトップ型スピバルブ型薄膜磁気素子は、固定磁性層の上に反強磁性層が配置されている。

【0050】したがって、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法において、例えば、第1の磁界を印加しつつ、第1の熱処理温度（220～240℃）で前記の積層体を熱処理すると、反強磁性層およびバイアス層に交換異方性磁界が生じ、固定磁性層とフリー磁性層の磁化方向を同一方向に固定される。また、反強磁性層の交換異方性磁界は600(Oe)以上となり、バイアス層の交換異方性磁界は100(Oe)以下となり、反強磁性層の交換異方性磁界が大きくなる。次に、第1の磁界と直交する方向の第2の磁界を印加しつつ、第2の熱処理温度（250～270℃）で前記の積層体を熱処理すると、バイアス層の交換異方性磁界が600(Oe)以上となり、先の熱処理にて発生したバイアス層の交換異方性磁界よりも大きくなる。したがって、フリー磁性層の磁化方向は、第1の磁界に対して交差する方向となる。

【0051】このとき、第2の磁界を先の熱処理にて発生した反強磁性層の交換異方性磁界よりも小さくしておけば、反強磁性層に第2の磁界が印加されても、反強磁性層の交換異方性磁界が劣化することがなく、固定磁性層の磁化方向を固定したままにすることが可能になる。このことにより、固定磁性層の磁化方向とフリー磁性層の磁化方向とを交差する方向にすることができる。

【0052】したがって、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法では、耐熱性に優れたPtMn合金などの合金を反強磁性層だけでなくバイアス層にも使用し、固定磁性層の磁化方向に悪影響を与えることなく、バイアス層にフリー磁性層の磁化方向を固定磁性層の磁化方向に対して交差する方向に揃える交換異方性磁界を発生させることができ、フリー磁性層の磁化方向を固定磁性層の磁化方向に対して交差する方向に揃えることができるため、耐熱性および再生信号波形の対称性に優れたスピバルブ型薄膜磁気素子を提供することが可能となる。

【0053】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、基板上に、反強磁性層と、固定磁性層と、非磁性導電層と、フリー磁性層と、バイアス層とを順次積層して積層体を形成し、前記積層体を熱処理する方法であるので、前記積層体を形成するに際し、前記基板と前記バイアス層との間に形成される各層の表面を大気に触れさせることがなく、前記各層の表面が大気に触れた場合のように、大気に触れた表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングしてからその上の層を形成する必要がないため、容易に製造することができる。また、再現性が良好な製造方法とすることができる。さらに、前記各層の表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングする必要がないため、再付着物によるコンタミや、表面の結晶状態の乱れによる交換異方性磁界の発生に対する悪影響など、クリーニングすることに起因する不都合が生じない優れた製造方法とすることができる。

【0054】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法では、前記バイアス層の一部を除去してトラック幅に近い幅の凹部を形成するとともに、この凹部の下に位置する前記フリー磁性層にトラック幅に相当する幅のトラック溝を形成するので、前記バイアス層の厚みにばらつきがある場合でも、前記トラック溝の底部にバイアス層が残ることがないため、トラック幅を精度よく画定でき、高記録密度化に対応可能なスピバルブ型薄膜磁気素子を得ることができる。また、バイアス層を完全に除去することが簡単であるため、容易に製造することができる。

【0055】また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、スライダに上記のスピバルブ型薄膜磁気素子が備えられていることを特徴とする。このような薄膜磁気ヘッドとすることで、耐久性および耐熱性に優れ、十分な交換異方性

磁界が得られる薄膜磁気ヘッドとすることができる。

【0056】

【発明の実施の形態】以下、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の実施形態について、図面を参照して詳しく説明する。

【第1の実施形態】図1は、本発明の第1の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図であり、図6および図7は、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドを示した図である。本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の上下には、ギャップ層を介してシールド層が形成され、スピバルブ型薄膜磁気素子、ギャップ層、及びシールド層で、再生用のGMRヘッドh1が構成されている。なお、前記再生用のGMRヘッドh1に、記録用のインダクティブヘッドh2を積層してもよい。

【0057】このスピバルブ型薄膜磁気素子を具備してなるGMRヘッドh1は、図6に示すように、インダクティブヘッドh2と共にスライダ151のトレーリング側端部151dに設けられて薄膜磁気ヘッド150を構成し、ハードディスク等の磁気記録媒体の記録磁界を検出することが可能になっている。なお、図1において、磁気記録媒体の移動方向は図示Z方向であり、磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向はY方向である。

【0058】図6に示す薄膜磁気ヘッド150は、スライダ151と、スライダ151の端面151dに備えられたGMRヘッドh1及びインダクティブヘッドh2を主体として構成されている。符号155は、スライダ151の磁気記録媒体の移動方向の上流側であるリーディング側を示し、符号156は、トレーリング側を示している。このスライダ151の媒体対向面152には、レール151a、151a、151bが形成され、各レール同士間には、エアグループ151c、151cとされている。

【0059】図7に示すように、GMRヘッドh1は、スライダ151の端面151d上に形成された磁性合金からなる下部シールド層163と、下部シールド層163に積層された下部ギャップ層164と、媒体対向面152から露出するスピバルブ型薄膜磁気素子1と、スピバルブ型薄膜磁気素子1及び下部ギャップ層164を覆う上部ギャップ層166と、上部ギャップ層166を覆う上部シールド層167とから構成されている。上部シールド層167は、インダクティブヘッドh2の下部コア層と兼用とされている。

【0060】インダクティブヘッドh2は、下部コア層（上部シールド層）167と、下部コア層167に積層されたギャップ層174と、コイル176と、コイル176を覆う上部絶縁層177と、ギャップ層174に接合され、かつコイル176側にて下部コア層167に接合される上部コア層178とから構成されている。コイ

ル176は、平面的に螺旋状となるようにパターン化されている。また、コイル176のほぼ中央部分にて上部コア層178の基端部178bが下部コア層167に磁気的に接続されている。また、上部コア層178には、アルミナなどからなる保護層179が積層されている。

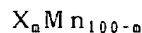
【0061】図1に示すスピバルブ型薄膜磁気素子1は、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、フリー磁性層が一層ずつ形成された、いわゆるボトム型のシングルスピバルブ型薄膜磁気素子である。また、この例のスピバルブ型薄膜磁気素子1は、エクスチェンジバイアス方式により、フリー磁性層の磁化方向を固定磁性層の磁化方向に対して交差する方向に揃えるものである。前記エクスチェンジバイアス方式は、不感領域があるため実効トラック幅の制御が困難であるハードバイアス方式と比較して、高密度記録に対応するトラック幅の狭いスピバルブ型薄膜磁気素子に適した方式である。

【0062】図1において、符号Kは基板を示している。この基板Kの上には、 Al_2O_3 などからなる下地絶縁層200、下部シールド層163、下部ギャップ層164、反強磁性層2が形成されている。さらに、前記反強磁性層2の上には、固定磁性層3が形成され、この固定磁性層3の上には、非磁性導電層4が形成され、さらに、前記非磁性導電層4の上には、フリー磁性層5が形成されている。前記フリー磁性層5は、固定磁性層3が配置されている方向と反対側の面もしくは前記基板Kと反対側の面に、トラック幅Twと同じ幅のトラック溝5Aが設けられた溝部5Bと、その両側の平坦部5C、5Cとを有している。前記フリー磁性層5の平坦部5C、5C上には、前記バイアス層6、6が設けられ、前記バイアス層6、6の上には、導電層8、8が形成されている。

【0063】前記基板Kは、 Al_2O_3-TiC 系セラミックスなどの非磁性体により形成されている。

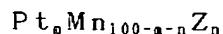
【0064】前記反強磁性層2は、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnとを含む合金からなるものである。これらの合金からなる反強磁性層2は、耐熱性、耐食性に優れるという特徴を有している。

【0065】特に、前記反強磁性層2は、下記の組成式からなる合金であることが好ましい。



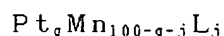
但し、Xは、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示すmは、 $48\text{原子}\% \leq m \leq 60\text{原子}\%$ である。より好ましい組成比を示すmは、 $48\text{原子}\% \leq m \leq 58\text{原子}\%$ である。

【0066】更に、前記反強磁性層2は、下記の組成式からなる合金であっても良い。



但し、Zは、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すm、nは、 $48\text{原子}\% \leq m+n \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq n \leq 40\text{原子}\%$ である。より好ましい組成比を示すm、nは、 $48\text{原子}\% \leq m+n \leq 58\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq n \leq 40\text{原子}\%$ である。

【0067】また、前記反強磁性層2は、下記の組成式からなる合金であってもよい。



但し、Lは、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すq、jは、 $48\text{原子}\% \leq q+j \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq j \leq 10\text{原子}\%$ である。また、より好ましい組成比を示すq、jは、 $48\text{原子}\% \leq q+j \leq 58\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq j \leq 10\text{原子}\%$ である。

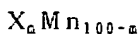
【0068】前記固定磁性層3は、例えば、Co膜、NiFe合金、CoNiFe合金、CoFe合金、CoNi合金などで形成されている。図1に示す固定磁性層3は、反強磁性層2に接して形成され、磁場中熱処理を施すことにより、前記固定磁性層3と前記反強磁性層2との界面にて発生する交換結合による交換異方性磁界により磁化されている。前記固定磁性層3の磁化方向は、図示Y方向、すなわち記録媒体から離れる方向（ハイト方向）に固定されている。

【0069】また、前記非磁性導電層4は、Cuなどの非磁性導電膜により形成されることが好ましい。

【0070】また、前記フリー磁性層5は、前記固定磁性層3と同様の材質などで形成されることが好ましい。前記フリー磁性層5は、バイアス層6からのバイアス磁界によって磁化され、図示X1方向と反対方向、すなわち固定磁性層3の磁化方向と交差する方向に磁化方向が揃えられている。前記フリー磁性層5が前記バイアス層6により単磁区化されることによって、バルクハウゼンノイズの発生が防がれる。

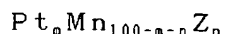
【0071】前記バイアス層6は、前記反強磁性層2と同様に、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnを含む合金からなるものであり、磁場中熱処理により、フリー磁性層5との界面にて交換異方性磁界が発現されて、フリー磁性層5を一定の方向に磁化するものである。そして、これらの合金からなるバイアス層6は、耐熱性、耐食性に優れるという特徴を有している。

【0072】特に、前記バイアス層6は、下記の組成式からなる合金であることが好ましい。



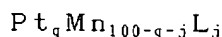
但し、Xは、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種以上の元素であり、組成比を示すmは、 $52\text{原子}\% \leq m \leq 60\text{原子}\%$ である。

【0073】さらに、バイアス層6は、下記の組成式からなる合金であってもよい。



但し、Zは、Pd、Ir、Rh、Ru、Os、Au、Ag、Cr、Niのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すm、nは、 $52\text{原子}\% \leq m+n \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq n \leq 10\text{原子}\%$ である。

【0074】また、バイアス層6は、下記の組成式からなる合金であってもよい。



但し、Lは、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素であり、組成比を示すq、jは、 $52\text{原子}\% \leq q+j \leq 60\text{原子}\%$ 、 $0.2\text{原子}\% \leq j \leq 10\text{原子}\%$ である。

【0075】また、前記導電層8、8は、例えば、Au、W、Cr、Taなどで形成されることが好ましい。

【0076】このスピバルブ型薄膜磁気素子1においては、導電層8、8からフリー磁性層5、非磁性導電層4、固定磁性層3に定常電流が与えられ、図示Z方向に走行する磁気記録媒体からの漏れ磁界が図示Y方向に与えられると、前記フリー磁性層5の磁化方向が図示X方向と反対方向から図示Y方向に向けて変動する。このフリー磁性層5内での磁化方向の変動と固定磁性層3の磁化方向との関係で電気抵抗が変化し、この抵抗変化に基づく電圧変化により磁気記録媒体からの漏れ磁界が検出される。

【0077】次に、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法を説明する。この製造方法は、スピバルブ型薄膜磁気素子1における反強磁性層2およびバイアス層6、6の位置によって、熱処理により発生する反強磁性層2およびバイアス層6、6の交換異方性磁界の大きさが相違することを利用してなされたものであり、1度目の熱処理で固定磁性層3の磁化方向を固定し、2度目の熱処理でフリー磁性層5の磁化方向を揃えるものである。

【0078】即ち、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法では、基板K上に、反強磁性層2と、固定磁性層3と、非磁性導電層4と、フリー磁性層5と、バイアス層6とを順次積層して図2に示す積層体a1を形成したのち、前記積層体a1にトラック幅Tw方向と直交する方向である第1の磁界を印加しつつ、第1の熱処理温度で熱処理し、前記反強磁性層2およびバイアス層6に交換異方性磁界を発生させて、前記固定磁性層3および前記フリー磁性層5の磁化を同一方向に固定すると共に、前記反強磁性層2の交換異方性磁界を前記バイアス層6の交換異方性磁界よりも大とする。

【0079】ついで、トラック幅Tw方向に前記バイアス層6の交換異方性磁界よりも大きく前記反強磁性層2の交換異方性磁界よりも小さい第2の磁界を印加しつ

つ、前記第1の熱処理温度よりも高い第2の熱処理温度で熱処理し、前記フリー磁性層5に前記固定磁性層3の磁化方向と交差する方向のバイアス磁界を付与する。

【0080】さらに、図3に示すように、熱処理された前記積層体a1の上に、トラック幅Twに近い幅を開けてレジストなどによるマスク250を形成する。さらに、イオンミリングなどにより、図4に示すように、前記バイアス層6の一部を除去してトラック幅Twに近い幅の凹部6Aを形成するとともに、この凹部6Aの下に位置する前記フリー磁性層5にトラック溝5Aを形成し、レジストなどのマスク250を除去する。

【0081】前記トラック溝5Aは、トラック幅Twと同じ幅となるように形成されることが好ましい。また、前記トラック溝5Aは、10〜50Å程度の深さ5Hで形成されることが好ましい。前記トラック溝5Aの深さ5Hが10Å程度未満であると、例えば、バイアス層6の厚さにばらつきがある場合などに、除去されるべきバイアス層6のすべてが除去されず、トラック溝5Aの底部5Dにバイアス層6が残る恐れがあるため好ましくない。一方、前記トラック溝5Aが50Å程度を越える深さ5Hであると、イオンミリングなどのエッチング深さのばらつきにより、フリー磁性層5にばらつきが生じやすくなるため好ましくない。

【0082】ついで、図5に示すように、凹部6A、トラック溝5Aおよびバイアス層6の平坦部の一部に乗り上げるようにリフトオフレジスト251を形成する。さらに、リフトオフレジスト251の表面に導電層8aを形成するとともに、バイアス層6が露出している平坦部に導電層8を形成する。その後、リフトオフレジスト251を除去すると、図1のような前記バイアス層6上に、前記フリー磁性層5に検出電流を与える導電層8、8が形成されたスピバルブ型薄膜磁気素子1が得られる。

【0083】次に、反強磁性層の熱処理温度と交換異方性磁界との関係について、図17、図19、図20を参照して詳しく説明する。図17に示した■印は、基板とフリー磁性層の間に反強磁性層を配置したボトム型シングルスピバルブ型薄膜磁気素子の交換異方性磁界の熱処理依存性を示し、図17に示した◆印は、フリー磁性層よりも基板から離れた位置に反強磁性層を配置したトップ型シングルスピバルブ型薄膜磁気素子の交換異方性磁界の熱処理依存性を示す。従って、◆印のトップ型シングルスピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層は、■印のボトム型シングルスピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層よりも、基板から離れた位置に設けられていることになる。

【0084】具体的には、図17に示した◆印で示されるトップ型スピバルブ型薄膜磁気素子は、図19に示すように、Si基板Kの上に、 Al_2O_3 (1000) からなる下地絶縁層200、Ta (50) からなる下地層

210、NiFe合金 (70) およびCo (10) の2層からなるフリー磁性層5、Cu (30) からなる非磁性導電層4、Co (25) からなる固定磁性層3、Pt_{55.4}Mn_{44.6} (300) からなる反強磁性層2、Ta (50) からなる保護層220の順に形成された構成のものである。

【0085】また、図17に示した■印で示されるボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子は、図20に示すように、Si基板Kの上に、 Al_2O_3 (1000) からなる下地絶縁層200、Ta (30) からなる下地層210、Pt_{55.4}Mn_{44.6} (300) からなる反強磁性層2、Co (25) からなる固定磁性層3、Cu (26) からなる非磁性導電層4、Co (10) およびNiFe合金 (70) の2層からなるフリー磁性層5、Ta (50) からなる保護層220の順に形成された構成のものである。なお、カッコ内は各層の厚さを示し、単位はオングストロームである。

【0086】また、図17に示した◆印で示されるトップ型スピバルブ型薄膜磁気素子は、固定磁性層3の上側に配置され、基板Kと反強磁性層2との間にフリー磁性層5、非磁性導電層4、固定磁性層3が挟まれて形成されている。一方、図17に示した■印で示されるボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子は、固定磁性層3の下側に配置され、基板Kと反強磁性層2の間には、固定磁性層3、非磁性導電層4、フリー磁性層5が形成されていない。

【0087】図17に示すように、■印で示す反強磁性層2 (Pt_{55.4}Mn_{44.6}) の交換異方性磁界は、220℃を過ぎて上昇しはじめ、240℃を越えると700 (Oe) 程度になって一定となる。また、◆印で示す反強磁性層2 (Pt_{54.4}Mn_{45.6}) の交換異方性磁界は、240℃を過ぎて上昇し、260℃を超えると600 (Oe) を越えて一定となる。このように、基板に近い位置に配置された反強磁性層2 (■印) は、基板より離れた位置に配置された反強磁性層2 (◆印) と比較して、比較的低い熱処理温度で高い交換異方性磁界が得られることがわかる。

【0088】本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法は、上述した反強磁性層の性質を利用したものである。すなわち、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子1は、反強磁性層2と基板Kとの距離が近い (または、固定磁性層の下に反強磁性層が配置された) ボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子1であり、前記反強磁性層2に使用される合金と同様の合金によって形成されたバイアス層6が反強磁性層2よりも基板Kから遠い位置に配置されている。

【0089】したがって、例えば、前記積層体a1に、第1の磁界を印加しつつ、第1の熱処理温度 (220〜240℃) で前記の積層体a1を熱処理すると、反強磁性層2およびバイアス層6に交換異方性磁界が生じ、固

定磁性層3とフリー磁性層5の磁化方向が同一方向に固定される。また、反強磁性層2の交換異方性磁界は600(Oe)以上となり、バイアス層6の交換異方性磁界は100(Oe)以下となり、反強磁性層2の交換異方性磁界が大きくなる。次に、第1の磁界と直交する方向の第2の磁界を印加しつつ、第2の熱処理温度(250~270℃)で前記積層体a1を熱処理すると、バイアス層6の交換異方性磁界が600(Oe)以上となり、先の熱処理にて発生したバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくなる。したがって、フリー磁性層5の磁化方向は、第1の磁界に対して交差する方向となる。

【0090】このとき、第2の磁界を先の熱処理にて発生した反強磁性層2の交換異方性磁界よりも小さくしておけば、反強磁性層2に第2の磁界が印加されても、反強磁性層2の交換異方性磁界が劣化することがなく、固定磁性層3の磁化方向を固定したままにすることが可能になる。このことにより、固定磁性層3の磁化方向とフリー磁性層5の磁化方向とを交差する方向にすることができる。

【0091】第1の熱処理温度は、220℃~240℃の範囲とすることが好ましい。第1の熱処理温度が220℃未満であると、反強磁性層2の交換異方性磁界が200(Oe)以下となって、固定磁性層3の磁化が高くなり、固定磁性層3の磁化方向が2度目の熱処理によりフリー磁性層5の磁化方向と同一方向に磁化されてしまうので好ましくない。一方、第1の熱処理温度が240℃を越えると、バイアス層6の交換異方性磁界が大きくなって、フリー磁性層5の磁化が強い磁場をかけないと動きにくくなり、第2の熱処理時に前記フリー磁性層5の磁化方向を固定磁性層3の磁化方向に対して交差する方向に揃えられなくなるので好ましくない。また、第1の熱処理温度を230℃~240℃の範囲とすれば、反強磁性層2の交換異方性磁界を400(Oe)以上とすることができ、固定磁性層3の交換異方性磁界を大きくすることができるのでより好ましい。

【0092】第2の熱処理温度は、250℃~270℃の範囲とすることが好ましい。第2の熱処理温度が250℃未満であると、バイアス層6の交換異方性磁界を400(Oe)以上にすることができなくなって、フリー磁性層5の縦バイアス磁界を大きくすることができなくなるので好ましくない。また、第1の熱処理にて固定したフリー磁性層5の磁化方向を、固定磁性層3の磁化方向と交差する方向に揃えることができないので好ましくない。一方、第2の熱処理温度が270℃を越えても、もはやバイアス層6の交換異方性磁界は一定となって増大せず、層界面での熱拡散などによる磁気抵抗効果の劣化を引き起こすので好ましくない。

【0093】また、図18から示唆されるように、反強磁性層2とバイアス層6の組成を適宜異なった組成に調整することにより、第1の熱処理後で得られる反強磁性

層6の交換異方性磁界をより大きく、かつ第1の熱処理後にバイアス層6に交換異方性磁界がほとんど発生しないような第2の熱処理にとって好ましい状態とすることもできる。

【0094】次に、熱処理温度が245℃または270℃である場合における反強磁性層の組成と交換異方性磁界との関係について図18を参照して詳しく説明する。図示△印及び▲印は、フリー磁性層よりも基板から離れた位置に反強磁性層を配置した(または、固定磁性層の上に反強磁性層が配置された)トップ型シングルスピバルブ薄膜磁気素子の反強磁性層の組成と交換異方性磁界との関係を示すものであり、図示△印は270℃、図示▲印は245℃で熱処理したものである。図示○印及び●印は、基板とフリー磁性層の間に反強磁性層を配置した(または、固定磁性層の下に反強磁性層が配置された)ボトム型シングルスピバルブ薄膜磁気素子の反強磁性層の組成と交換異方性磁界との関係を示すものであり、図示○印は270℃、図示●印は245℃で熱処理したものである。

【0095】具体的には、△印及び▲印で示したトップ型スピバルブ型薄膜磁気素子は、図19に示すように、Si基板Kの上に、 Al_2O_3 (1000)からなる下地絶縁層200、Ta(50)からなる下地層210、NiFe合金(70)およびCo(10)の2層からなるフリー磁性層5、Cu(30)からなる非磁性導電層4、Co(25)からなる固定磁性層3、Pt₄Mn₁(300)からなる反強磁性層2、Ta(50)からなる保護層220の順に形成された構成のものである。

【0096】一方、○印及び●印で示したボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子は、図20に示すように、Si基板Kの上に、 Al_2O_3 (1000)からなる下地絶縁層200、Ta(30)からなる下地層210、Pt₄Mn₁(300)からなる反強磁性層2、Co(25)からなる固定磁性層3、Cu(26)からなる非磁性導電層4、Co(10)およびNiFe合金(70)の2層からなるフリー磁性層5、Ta(50)からなる保護層220の順に形成された構成のものである。尚、カッコ内は、各層の厚さを示し、単位はオングストロームである。

【0097】本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法では、図18に示すボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子およびトップ型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層の性質を利用している。すなわち、ボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子である本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子1では、反強磁性層2に使用される合金の組成範囲は、図18に示すボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層と同様とすることが好ましく、前記バイアス層6に使用される合金の組成範囲は、図18に示すトップ型スピバルブ型薄膜磁気素子の反

強磁性層と同様とすることが好ましい。

【0098】また、図18から明らかなように、ボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層、ここでは前記反強磁性層2を X_mMn_{100-m} （但し、Xは、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種以上の元素）からなる合金としたときは、組成比を示すmが、48原子% $\leq m \leq 60$ 原子%であることが好ましい。mが48原子%未満または60原子%以上を越えると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、 X_mMn_{100-m} の結晶格子が L_1 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。

【0099】また、mのより好ましい範囲は、48原子% $\leq m \leq 58$ 原子%である。mが48原子%未満または58原子%以上を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行っても、 X_mMn_{100-m} の結晶格子が L_1 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向交換結合磁界（交換異方性磁界）を示さなくなるので好ましくない。

【0100】また、ボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層、すなわち前記反強磁性層2を $Pt_aMn_{100-a-n}Z_n$ （但し、Zは、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素）としたとき、組成比を示すm、nは、48原子% $\leq m+n \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%であることが好ましい。m+nが48原子%未満または60原子%を越えると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、 $Pt_aMn_{100-a-n}Z_n$ の結晶格子が L_1 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、nが0.2原子%未満であると、反強磁性層の結晶格子の規則化の促進効果、すなわち、交換異方性磁界を大きくする効果が十分に現れないので好ましくなく、nが40原子%を越えると、逆に交換異方性磁界が減少するので好ましくない。

【0101】また、m+nのより好ましい範囲は、48原子% $\leq m+n \leq 58$ 原子%である。m+nが48原子%未満または58原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行っても、 $Pt_aMn_{100-a-n}Z_n$ の結晶格子が L_1 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。

【0102】また、ボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層、すなわち前記反強磁性層2を $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ （但し、Lは、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素）としたとき、組成比を示すq、jは、48原子% $\leq q+j \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%であることが好ましい。q+jが48原子%未満または60原子%を越えると、熱処理温度270℃

の第2の熱処理を行っても、 $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ の結晶格子が L_1 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、jが0.2原子%未満であると、元素Lの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、jが10原子%を越えると、一方向性交換異方性磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0103】また、q+jのより好ましい範囲は、48原子% $\leq q+j \leq 58$ 原子%である。q+jが48原子%未満または58原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行っても、 $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ の結晶格子が L_1 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。

【0104】図18から明らかなように、トップ型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層、ここでは前記バイアス層6を X_mMn_{100-m} （但し、Xは、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種以上の元素）からなる合金としたときは、組成比を示すmが、52原子% $\leq m \leq 60$ 原子%であることが好ましい。mが52原子%未満または60原子%を越えると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、 X_mMn_{100-m} の結晶格子が L_1 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。

【0105】また、トップ型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層、すなわち前記バイアス層6を $Pt_aMn_{100-a-n}Z_n$ （但し、Zは、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素）としたとき、組成比を示すm、nは、52原子% $\leq m+n \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%であることが好ましい。m+nが52原子%未満または60原子%を越えると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、 $Pt_aMn_{100-a-n}Z_n$ の結晶格子が L_1 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、nが0.2原子%未満であると、反強磁性層の結晶格子の規則化の促進効果、すなわち、交換異方性磁界を大きくする効果が十分に現れないので好ましくなく、nが40原子%を越えると、逆に交換異方性磁界が減少するので好ましくない。

【0106】また、トップ型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層、すなわち前記バイアス層6を $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ （但し、Lは、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素）としたとき、組成比を示すq、jは、52原子% $\leq q+j \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%であることが好ましい。q+jが52原子%未満または60原子%を越えると、熱処理温度270℃

の第2の熱処理を行っても、 $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ の結晶格子が L_0 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 j が0.2原子%未満であると、元素 L の添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 j が10原子%を越えると、一方向性交換異方性磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0107】また、図18から明らかなように、ボトム型スピナルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層ここでは前記反強磁性層2、およびトップ型スピナルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層ここでは前記バイアス層6が X_mMn_{100-m} （但し、 X は、 Pt 、 Pd 、 Ir 、 Rh 、 Ru 、 Os のうちの少なくとも1種以上の元素）からなる合金としたとき、前記反強磁性層および前記バイアス層の組成比を示す m が、52原子% $\leq m \leq 58$ 原子%であることが好ましい。

【0108】 m が52原子%未満であると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、前記バイアス層6を構成する X_mMn_{100-m} の結晶格子が L_0 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 m が58原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行っても前記反強磁性層2を構成する X_mMn_{100-m} の結晶格子が L_0 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。

【0109】また、前記反強磁性層2および前記バイアス層6が、 X_mMn_{100-m} からなる合金としたとき、反強磁性層2およびバイアス層6の組成比を示す m が、52原子% $\leq m \leq 56$ 、5原子%であることがより好ましい。 m が52原子%未満であると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、バイアス層6を構成する X_mMn_{100-m} の結晶格子が L_0 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 m が56.5原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行った場合に、反強磁性層2による交換異方性磁界がバイアス層6による交換異方性磁界よりも大きくなるがその差は小さく、熱処理温度270℃の第2の熱処理の際に、固定磁性層3がフリー磁性層5の磁化と同一の方向に磁化されたり、第2の熱処理の際にフリー磁性層5の磁化方向と固定磁性層3の磁化方向とを直交方向に揃え難くなるので好ましくない。

【0110】また、前記反強磁性層2およびバイアス層6が、 X_mMn_{100-m} からなる合金としたとき、反強磁性層2およびバイアス層6の組成比を示す m が、52原子% $\leq m \leq 55$ 、2原子%であることが最も好ましい。 m が52原子%未満であると、熱処理温度270℃の第2

の熱処理を行っても、バイアス層6を構成する X_mMn_{100-m} の結晶格子が L_0 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 m が55.2原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行った場合に、反強磁性層2の交換結合磁界がバイアス層6の交換結合磁界よりも大きくなるがその差は小さく、熱処理温度270℃の第2の熱処理の際に、固定磁性層3がフリー磁性層5の磁化と同一の方向に磁化されたり、第2の熱処理の際に、フリー磁性層5の磁化方向と固定磁性層3の磁化方向とを直交方向に揃え難くなるので好ましくない。

【0111】従って、反強磁性層2およびバイアス層6の上記組成比が52原子% $\leq m \leq 55$ 、2原子%であれば、第1の熱処理時に反強磁性層2の交換異方性磁界がバイアス層6の交換結合磁界よりもより大きくなり、第2の熱処理を行った後も反強磁性層2とバイアス層6の交換結合磁界の差が大きくなるので、磁気記録媒体からの信号磁界の印加に対し、固定磁性層3の磁化方向は変化せずに固定され、フリー磁性層5の磁化方向はスムーズに変化することができるため好ましい。

【0112】また、反強磁性層2およびバイアス層6が、 $Pt_mMn_{100-m-n}Z_n$ （但し、 Z は、 Pd 、 Ir 、 Rh 、 Ru 、 Os のうちの少なくとも1種または2種以上の元素）としたとき、組成比を示す m 、 n は、52原子% $\leq m+n \leq 58$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%であることが好ましい。

【0113】 $m+n$ が52原子%未満であると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、前記バイアス層6を構成する $Pt_mMn_{100-m-n}Z_n$ の結晶格子が L_0 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 $m+n$ が58原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行っても、前記反強磁性層2を構成する $Pt_mMn_{100-m-n}Z_n$ の結晶格子が L_0 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 n が0.2原子%未満であると、元素 Z の添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 n が40原子%を越えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0114】また、前記反強磁性層2およびバイアス層6が、 $Pt_mMn_{100-m-n}Z_n$ からなる合金としたとき、組成比を示す m 、 n が、52原子% $\leq m+n \leq 56$ 、5原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%であることがより好ましい。

【0115】 $m+n$ が52原子%未満であると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、 $Pt_mMn_{100-m-n}Z_n$ の結晶格子が L_0 型の規則格子へと規則化

しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 $m+n$ が56.5原子%を超えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行った場合に、反強磁性層2による交換異方性磁界がバイアス層6による交換異方性磁界よりも大きくなるがその差は小さく、熱処理温度270℃の第2の熱処理の際に、固定磁性層3がフリー磁性層5の磁化と同一の方向に磁化されたり、第2の熱処理の際に、フリー磁性層5の磁化方向と固定磁性層3の磁化方向とを直交方向に揃え難くなるので好ましくない。また、 n が0.2原子%未満であると、元素Zの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 n が40原子%を超えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0116】更に、前記反強磁性層2およびバイアス層6が、 $Pt_mMn_{100-a-n}Z_n$ からなる合金としたとき、組成比を示す m 、 n が、52原子% $\leq m+n \leq 55.2$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%であることがより好ましい。

【0117】 m が52原子%未満であると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、バイアス層6を構成する $Pt_mMn_{100-a-n}Z_n$ の結晶格子が $L1_0$ 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 $m+n$ が55.2原子%を超えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行った場合に、反強磁性層2の交換結合磁界がバイアス層6の交換結合磁界よりも大きくなるがその差は小さく、熱処理温度270℃の第2の熱処理の際に、固定磁性層3がフリー磁性層5の磁化と同一の方向に磁化されたり、第2の熱処理の際に、フリー磁性層5の磁化方向と固定磁性層3の磁化方向とを直交方向に揃え難くなるので好ましくない。また、 n が0.2原子%未満であると、元素Zの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 n が40原子%を超えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0118】従って、反強磁性層2およびバイアス層6の上記組成比が52原子% $\leq m+n \leq 55.2$ 原子%であり、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%であれば、第1の熱処理時に反強磁性層2の交換異方性磁界がバイアス層6の交換結合磁界よりもより大きくなり、第2の熱処理を行った後も反強磁性層2とバイアス層6の交換結合磁界の差が大きくなるので、磁気記録媒体からの信号磁界の印加に対し、固定磁性層3の磁化方向は変化せずに固定され、フリー磁性層5の磁化方向はスムーズに変化することができるため好ましい。

【0119】また、反強磁性層2およびバイアス層6が、 $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ (但し、 L は、Au、Ag、

Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素)としたとき、組成比を示す q 、 j は、52原子% $\leq q+j \leq 58$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%であることが好ましい。

【0120】 $q+j$ が52原子%未満であると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、前記バイアス層6を構成する $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ の結晶格子が $L1_0$ 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 $q+j$ が58原子%を超えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行っても、前記反強磁性層2を構成する $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ の結晶格子が $L1_0$ 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 j が0.2原子%未満であると、元素Lの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 j が10原子%を超えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0121】また、前記反強磁性層2およびバイアス層6が、 $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ からなる合金としたとき、組成比を示す q 、 j が、52原子% $\leq q+j \leq 56.5$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%であることがより好ましい。

【0122】 $q+j$ が52原子%未満であると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、前記バイアス層6を構成する $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ の結晶格子が $L1_0$ 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 $q+j$ が56.5原子%を超えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行った場合に、反強磁性層2による交換異方性磁界がバイアス層6による交換異方性磁界よりも大きくなるがその差は小さく、熱処理温度270℃の第2の熱処理の際に、固定磁性層3がフリー磁性層5の磁化と同一の方向に磁化されたり、第2の熱処理の際に、フリー磁性層5の磁化方向と固定磁性層3の磁化方向とを直交方向に揃え難くなるので好ましくない。また、 j が0.2原子%未満であると、元素Lの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 j が10原子%を超えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0123】更に、前記反強磁性層2およびバイアス層6が、 $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ からなる合金としたとき、組成比を示す q 、 j が、52原子% $\leq q+j \leq 55.2$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%であることがより好ましい。

【0124】 q が52原子%未満であると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、バイアス層6を構成する $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ の結晶格子が $L1_0$ 型の規則

格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、 $q+j$ が55.2原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行った場合に、反強磁性層2の交換結合磁界がバイアス層6の交換結合磁界よりも大きくなるがその差は小さく、熱処理温度270℃の第2の熱処理の際に、固定磁性層3がフリー磁性層5の磁化と同一の方向に磁化されたり、第2の熱処理の際に、フリー磁性層5の磁化方向と固定磁性層3の磁化方向とを直交方向に揃え難くなるので好ましくない。また、 j が0.2原子%未満であると、元素Lの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 j が10原子%を越えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0125】従って、反強磁性層2およびバイアス層6の上記組成比が52原子% $\leq q+j \leq 55.2$ 原子%であり、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%であれば、第1の熱処理時に反強磁性層2の交換異方性磁界がバイアス層6の交換結合磁界よりもより大きくなり、第2の熱処理を行った後も反強磁性層2とバイアス層6の交換結合磁界の差が大きくなるので、磁気記録媒体からの信号磁界の印加に対し、固定磁性層3の磁化方向は変化せずに固定され、フリー磁性層5の磁化方向はスムーズに変化することができるため好ましい。

【0126】また、ボトム型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層ここでは前記反強磁性層2の組成と、トップ型スピバルブ型薄膜磁気素子の反強磁性層ここでは前記バイアス層6の組成を異ならしめ、例えば反強磁性層2のMn濃度をバイアス層6のMn濃度よりも多くすることにより、第1の熱処理後の両者の交換結合磁界の差をより顕著にでき、第2の熱処理後にフリー磁性層5と固定磁性層3の磁化をより確実に直交状態とすることが可能となる。また、第2の熱処理後のMn濃度を異ならしめた反強磁性層2とバイアス層6の両者の交換異方性磁界の差を、さらに顕著にすることができ、磁気記録媒体からの信号磁界の印加に対し、固定磁性層3の磁化方向は変化せずに固定され、フリー磁性層5の磁化方向はスムーズに変化することが可能となる。

【0127】すなわち、バイアス層6を、 X_aMn_{100-a} (X が、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種以上の元素、組成比を示す m が52原子% $\leq m \leq 60$ 原子%) からなる合金とし、反強磁性層2を、 X_aMn_{100-a} (X が、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種以上の元素、組成比を示す m が、48原子% $\leq m \leq 58$ 原子%) からなる合金とすることが好ましい。

【0128】バイアス層6の組成を示す m が、52原子%未満若しくは60原子%を越えると、図18に示すように、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、

バイアス層6を構成する X_aMn_{100-a} の結晶格子が $L1_0$ 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、反強磁性層2の組成を示す m が、48原子%未満若しくは58原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行っても反強磁性層2を構成する X_aMn_{100-a} の結晶格子が $L1_0$ 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。

【0129】よって、第1の熱処理温度245℃の第1の熱処理を行った後に、反強磁性層2の交換異方性磁界がバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きく、かつ第2の熱処理温度が270℃の第2の熱処理を行った後にも、反強磁性層2の交換異方性磁界がバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくなるように、反強磁性層2の組成比(52原子% $\leq m \leq 60$ 原子%)とバイアス層6の組成比(48原子% $\leq m \leq 58$ 原子%)の範囲の中から各々の組成比を異ならせて選択すればよい。

【0130】このような条件を満たす組成比を各々選択して組成範囲を異ならしめることにより、反強磁性層2とバイアス層6を同一組成で形成した場合よりも、第1の熱処理時および第2の熱処理時における各々の反強磁性層2の交換結合磁界とバイアス層6の交換異方性磁界の差を顕著にできる組み合わせが可能になり、設計の自由度が向上する。

【0131】また、第1の熱処理の際に、反強磁性層2の交換異方性磁界をバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくでき、第2の熱処理の際に、反強磁性層2の交換異方性磁界を劣化または磁化方向を変えることがなく、固定磁性層3の磁化方向を強固に固定したまま、フリー磁性層5と固定磁性層3の磁化方向を交差させることができる。さらに、第2の熱処理後に、反強磁性層2の交換異方性磁界をバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくでき、磁気記録媒体からの信号磁界の印加に対して、固定磁性層3の磁化方向が変化せずに固定され、フリー磁性層5の磁化方向はスムーズに変化することが可能となる。

【0132】反強磁性層2とバイアス層6の好ましい別の組み合わせは、バイアス層6を、 $Pt_aMn_{100-a-n}Z_n$ (Z が、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素、組成比を示す m 、 n が、52原子% $\leq m+n \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%) からなる合金とし、反強磁性層2を、 $Pt_aMn_{100-a-n}Z_n$ (但し、 Z は、Pd、Ir、Rh、Ru、Osのうちの少なくとも1種または2種以上の元素、組成比を示す m 、 n は、48原子% $\leq m+n \leq 58$ 原子%、0.2原子% $\leq n \leq 40$ 原子%) からなる合金とすることが好ましい。

【0133】バイアス層6の組成を示す $m+n$ が52原

子%未満若しくは60原子%を越えると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、バイアス層6を構成する $Pt_mMn_{100-q-n}Z_n$ の結晶格子が L_{10} 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、バイアス層6の組成を示す n が0.2原子%未満であると、元素Zの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 n が40原子%を越えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0134】また、反強磁性層2の組成を示す $m+n$ が48原子%未満若しくは58原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行っても、反強磁性層2を構成する $Pt_mMn_{100-q-n}Z_n$ の結晶格子が L_{10} 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、反強磁性層2の組成を示す n が0.2原子%未満であると、元素Zの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 n が40原子%を越えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0135】よって、第1の熱処理温度245℃の第1の熱処理を行った後に、反強磁性層2の交換異方性磁界がバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きく、かつ第2の熱処理温度が270℃の第2の熱処理を行った後にも、反強磁性層2の交換異方性磁界がバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくなるように、反強磁性層2の組成比(48原子% $\leq m+n \leq 58$ 原子%)とバイアス層6の組成比(52原子% $\leq m+n \leq 60$ 原子%)の範囲の中から各々の組成比を異ならせて選択すればよい。

【0136】このような条件を満たす組成比を各々選択して組成範囲を異ならしめることにより、反強磁性層2とバイアス層6を同一組成で形成した場合よりも、第1の熱処理時および第2の熱処理時における各々の反強磁性層2の交換結合磁界とバイアス層6の交換異方性磁界の差を顕著にできる組み合わせが可能になり、設計の自由度が向上する。

【0137】また、第1の熱処理の際に、反強磁性層2の交換異方性磁界をバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくでき、第2の熱処理の際に、反強磁性層2の交換異方性磁界を劣化または磁化方向を変えることがなく、固定磁性層3の磁化方向を強固に固定したまま、フリー磁性層5と固定磁性層3の磁化方向を交差させることができる。さらに、第2の熱処理後に、反強磁性層2の交換異方性磁界をバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくでき、磁気記録媒体からの信号磁界の印加に対して、固定磁性層3の磁化方向が変化せずに固定され、フリー磁性層5の磁化方向はスムーズに変化することが可能となる。

【0138】反強磁性層2とバイアス層6の好ましい別

の組み合わせは、バイアス層6を、 $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ (但し、 L は、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素、組成比を示す q, j が、52原子% $\leq q+j \leq 60$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%)からなる合金とし、反強磁性層2を、 $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ (但し、 L は、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素、組成比を示す q, j が、48原子% $\leq q+j \leq 58$ 原子%、0.2原子% $\leq j \leq 10$ 原子%)からなる合金とすることが好ましい。

【0139】バイアス層6の組成を示す $q+j$ が、52原子%未満若しくは60原子%を越えると、熱処理温度270℃の第2の熱処理を行っても、バイアス層6を構成する $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ の結晶格子が L_{10} 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、バイアス層6の組成を示す j が、0.2原子%未満であると、元素Lの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 j が10原子%を越えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0140】また、反強磁性層2の組成を示す $q+j$ が、48原子%未満若しくは58原子%を越えると、熱処理温度245℃の第1の熱処理を行っても、反強磁性層2を構成する $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ の結晶格子が L_{10} 型の規則格子へと規則化しにくくなり、反強磁性特性を示さなくなる。即ち、一方向性交換結合磁界を示さなくなるので好ましくない。また、反強磁性層2の組成を示す j が、0.2原子%未満であると、元素Lの添加による一方向性交換結合磁界の改善効果が十分に現れないので好ましくなく、 j が10原子%を越えると、一方向性交換結合磁界が低下してしまうので好ましくない。

【0141】よって、第1の熱処理温度245℃の第1の熱処理を行った後に、反強磁性層2の交換異方性磁界がバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きく、かつ第2の熱処理温度が270℃の第2の熱処理を行った後にも、反強磁性層2の交換異方性磁界がバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくなるように、反強磁性層2の組成比(48原子% $\leq q+j \leq 58$ 原子%)とバイアス層6の組成比(52原子% $\leq q+j \leq 60$ 原子%)の範囲の中から各々の組成比を異ならせて選択すればよい。

【0142】このような条件を満たす組成比を各々選択して組成範囲を異ならしめることにより、反強磁性層2とバイアス層6を同一組成で形成した場合よりも、第1の熱処理時および第2の熱処理時における各々の反強磁性層2の交換結合磁界とバイアス層6の交換異方性磁界の差を顕著にできる組み合わせが可能になり、設計の自由度が向上する。

【0143】また、第1の熱処理の際に、反強磁性層2

の交換異方性磁界をバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくでき、第2の熱処理の際に、反強磁性層2の交換異方性磁界を劣化または磁化方向を変えることがなく、固定磁性層3の磁化方向を強固に固定したまま、フリー磁性層5と固定磁性層3の磁化方向を交差させることができる。さらに、第2の熱処理後に、反強磁性層2の交換異方性磁界をバイアス層6の交換異方性磁界よりも大きくでき、磁気記録媒体からの信号磁界の印加に対して、固定磁性層3の磁化方向が変化せずに固定され、フリー磁性層5の磁化方向はスムーズに変化することが可能となる。

【0144】このようなスピバルブ型薄膜磁気素子1では、前記フリー磁性層5は、固定磁性層3が配置されている方向と反対側の面に（もしくは、基板Kと反対側の面に）トラック幅Twに相当する幅のトラック溝5Aが設けられた溝部5Bを有しているため、この溝部5Bの幅に応じてトラック幅Twを正確に決めることができる。また、このスピバルブ型薄膜磁気素子1を製造する場合に、フリー磁性層5の溝部5Bの両側の平坦部5C上に配置されるバイアス層6が、前記溝部5Bに残ることがなく、磁気記録媒体からの微弱な漏れ磁束に対してフリー磁性層5の磁気モーメントがスムーズに回転する感度の優れたスピバルブ型薄膜磁気素子1となる。

【0145】さらに、反強磁性層2およびバイアス層6が、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Niのうちの少なくとも1種または2種以上の元素とMnとを含む合金からなるものであるため、交換異方性磁界の温度特性が良好となり、耐熱性に優れたスピバルブ型薄膜磁気素子1となる。また、ハードディスクなどの装置内の環境温度や素子を通るセンス電流によるジュール熱により素子が高温となる薄膜磁気ヘッドなどの装置に備えられた場合の耐久性が良好で、温度変化による交換異方性磁界（交換結合磁界）の変動が少ない優れたスピバルブ型薄膜磁気素子1とすることができる。さらにまた、反強磁性層2を上記の合金で形成することで、ブロッキング温度が高いものとなり、反強磁性層2に大きな交換異方性磁界を発生させることができるため、固定磁性層3の磁化方向を強固に固定することができる。

【0146】このようなスピバルブ型薄膜磁気素子1の製造方法では、反強磁性層2およびバイアス層6に、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Niのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnとを含む合金を用い、前記合金の性質を利用して、1度目の熱処理で固定磁性層3の磁化方向を固定し、2度目の熱処理でフリー磁性層5の磁化方向を前記固定磁性層3の磁化方向と交差する方向に揃えるので、固定磁性層3の磁化方向に悪影響を与えることなく、フリー磁性層5の磁化方向を固定磁性層3の磁化方向と交差する方向に揃えることができ、耐熱性に優れたスピ

バルブ型薄膜磁気素子1を得ることができる。

【0147】また、基板上に、反強磁性層2と、固定磁性層3と、非磁性導電層4と、フリー磁性層5と、バイアス層6とを順次積層して積層体a1を形成し、前記積層体a1を熱処理する方法であるため、前記積層体a1を形成するに際し、前記基板Kと前記バイアス層6との間に形成される各層の表面を大気に触れさせることがなく、前記各層の表面が大気に触れた場合のように、大気に触れた表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングしてからその上の層を形成する必要がないため、容易に製造することができる。また、再現性が良好な製造方法とすることができる。さらに、前記各層の表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングする必要がないため、再付着物によるコンタミや、表面の結晶状態の乱れによる交換異方性磁界の発生に対する悪影響など、クリーニングすること起因する不都合が生じない優れた製造方法とすることができる。

【0148】さらにまた、前記バイアス層6の一部を除去してトラック幅Twに近い幅の凹部6Aを形成するとともに、この凹部6Aの下に位置する前記フリー磁性層5にトラック幅Twに相当する幅のトラック溝5Aを形成するので、前記バイアス層6の厚みにばらつきがある場合でも、前記トラック溝5Aの底部5Dにバイアス層6が残ることがないため、トラック幅Twを精度よく画定でき、高記録密度化に対応可能なスピバルブ型薄膜磁気素子1を得ることができる。また、バイアス層6を完全に除去することが簡単であるため、容易に製造することができる。

【0149】また、スライダ151に上記のスピバルブ型薄膜磁気素子1が備えられてなる薄膜磁気ヘッドとすることで、耐久性および耐熱性に優れ、十分な交換異方性磁界が得られる薄膜磁気ヘッドとすることができる。

【0150】本発明の第1の実施形態のスピバルブ型薄膜磁気素子1においては、上述したように、非磁性導電層4の厚さ方向上下に、固定磁性層3とフリー磁性層5をそれぞれ単層構造として設けたが、これらを複数構造としてもよい。

【0151】巨大磁気抵抗変化を示すメカニズムは、非磁性導電層4と固定磁性層3とフリー磁性層5との界面で生じる伝導電子のスピン依存散乱によるものである。Cuなどからなる前記非磁性導電層4に対し、スピン依存散乱が大きな組み合わせとして、Co層が例示できる。このため、固定磁性層3をCo以外の材料で形成した場合、固定磁性層3の非磁性導電層4側の部分を図1の2点鎖線で示すように薄いCo層3aで形成することが好ましい。また、フリー磁性層5をCo以外のNiFe合金、CoNi合金、CoFe合金、CoFeNi合金などの材料で形成した場合も、固定磁性層3の場合と同様に、フリー磁性層5の非磁性導電層4側の部分を図

1の2点鎖線で示すように薄いCo層5aで形成することが好ましい。

【0152】[第2の実施形態] 図8は、本発明の第2の実施形態のスピバルブ型薄膜磁気素子を模式的に示した横断面図であり、図9は、図8に示したスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。このスピバルブ型薄膜磁気素子においても、図1に示すスピバルブ型薄膜磁気素子と同様に、ハードディスク装置に設けられた浮上式スライダのトレーリング側端部などに設けられて、ハードディスクなどの記録磁界を検出するものである。なお、ハードディスクなどの磁気記録媒体の移動方向は、図示Z方向であり、磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向は、Y方向である。

【0153】図8および図9に示すスピバルブ型薄膜磁気素子は、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、及びフリー磁性層が一層ずつ形成された、いわゆるボトム型のシングルスピバルブ型薄膜磁気素子の一種である。また、この例のスピバルブ型薄膜磁気素子も、図1に示すスピバルブ型薄膜磁気素子と同様に、反強磁性材料からなるバイアス層を用いたエキスチェンジバイアス方式により、フリー磁性層の磁化方向を固定磁性層の磁化方向に対して交差する方向に揃えるものである。

【0154】図8および図9において、符号Kは、基板を示している。この基板Kの上には、 Al_2O_3 などからなる下地絶縁層200、下部シールド層163、下部ギャップ層164、反強磁性層11が形成され、さらに、前記反強磁性層11の上には、第1の固定磁性層12が形成されている。そして、前記第1の固定磁性層12の上には、非磁性中間層13が形成され、前記非磁性中間層13の上には、第2の固定磁性層14が形成されている。前記第2の固定磁性層14の上には、非磁性導電層15が形成され、さらに前記非磁性導電層15の上には、フリー磁性層16が形成されている。前記フリー磁性層16は、図9に示すように、固定磁性層が配置されている方向と反対側の面に（もしくは、基板Kと反対側の面に）トラック幅Twと同じ幅のトラック溝16Aが設けられた溝部16Bと、その両側の平坦部16C、16Cとを有している。前記フリー磁性層16の平坦部16C、16C上には、前記バイアス層130、130が設けられ、前記バイアス層130、130の上には、導電層131、131が形成されている。

【0155】このスピバルブ型薄膜磁気素子においては、上述の第1の実施形態のスピバルブ型薄膜磁気素子と同様に、反強磁性層11は、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Niのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnを含む合金からなるものであり、磁場中熱処理により第1の固定磁性層12、第2の固定磁性層14をそれぞれ一定の方向に磁化するものである。

【0156】前記第1の固定磁性層12および第2の固定磁性層14は、例えば、Co膜、NiFe合金、CoNiFe合金、CoFe合金などで形成されている。また、第1の固定磁性層12と第2の固定磁性層14との間に介在する非磁性中間層13は、Ru、Rh、Ir、Cr、Re、Cuのうち1種あるいは2種以上の合金で形成されていることが好ましい。

【0157】ところで、図8に示す第1の固定磁性層12及び第2の固定磁性層14に示されている矢印は、それぞれの磁気モーメントの大きさ及びその方向を表しており、前記磁気モーメントの大きさは、飽和磁化(M_s)と膜厚(t)とをかけた値で選定される。

【0158】図8および図9に示す第1の固定磁性層12と第2の固定磁性層14とは同じ材質で形成され、しかも、第2の固定磁性層14の膜厚 t_{P_2} が、第1の固定磁性層12の膜厚 t_{P_1} よりも大きく形成されているために、第2の固定磁性層14の方が第1の固定磁性層12に比べ、磁気モーメントが大きくなっている。また、第1の固定磁性層12および第2の固定磁性層14が異なる磁気モーメントを有することが望ましい。したがって、第1の固定磁性層12の膜厚 t_{P_1} が第2の固定磁性層14の膜厚 t_{P_2} より厚く形成されていてもよい。

【0159】第1の固定磁性層12は、図8および図9に示すように、図示Y方向、すなわち記録媒体から離れる方向（ハイト方向）に磁化されており、非磁性中間層13を介して対向する第2の固定磁性層14の磁化は、前記第1の固定磁性層12の磁化方向と反平行（フェリ状態）に磁化されている。

【0160】第1の固定磁性層12は、反強磁性層11に接して形成され、磁場中アニール（熱処理）を施すことにより、前記第1の固定磁性層12と反強磁性層11との界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）が発生し、例えば、図8および図9に示すように、前記第1の固定磁性層12の磁化が、図示Y方向に固定される。前記第1の固定磁性層12の磁化が、図示Y方向に固定されると、非磁性中間層13を介して対向する第2の固定磁性層14の磁化は、第1の固定磁性層12の磁化と反平行状態（フェリ状態）で固定される。

【0161】このようなスピバルブ型薄膜磁気素子においては、交換結合磁界が大きいほど、第1の固定磁性層12の磁化と第2の固定磁性層14の磁化を安定して反平行状態に保つことが可能である。この例のスピバルブ型薄膜磁気素子では、反強磁性層11として、プロッキング温度が高く、しかも第1の固定磁性層12との界面で大きい交換結合磁界（交換異方性磁界）を発生させる上記の合金を使用することで、前記第1の固定磁性層12及び第2の固定磁性層14の磁化状態を熱的にも安定して保つことができる。

【0162】以上のように、このようなスピバルブ型

薄膜磁気素子では、第1の固定磁性層12と第2の固定磁性層14との膜厚比を適正な範囲内に収めることによって、交換結合磁界（ H_{ex} ）を大きくでき、第1の固定磁性層12と第2の固定磁性層14の磁化を、熱的にも安定した反平行状態（フェリ状態）に保つことができ、しかも、良好な ΔMR （抵抗変化率）を得ることが可能である。

【0163】図8および図9に示すように、第2の固定磁性層14の上には、Cuなどで形成された非磁性導電層15が形成され、さらに前記非磁性導電層15の上には、フリー磁性層16が形成されている。前記フリー磁性層16は、図8および図9に示すように、2層で形成されており、前記非磁性導電層15に接する側に形成された符号17の層はCo膜で形成されている。また、もう一方の層18は、NiFe合金や、CoFe合金、あるいはCoNiFe合金などで形成されている。なお、非磁性導電層15に接する側にCo膜の層17を形成する理由は、Cuにより形成された前記非磁性導電層15との界面での金属元素等の拡散を防止でき、また、 ΔMR （抵抗変化率）を大きくできるからである。

【0164】また、バイアス層130、130は、前記反強磁性層11と同様に、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnとを含む合金からなるものとされる。前記バイアス層130のバイアス磁界の影響を受けて、前記フリー磁性層16の磁化は、図示X1方向に磁化された状態となっている。

【0165】また、導電層131、131は、Au、W、Cr、Taなどにより形成されることが好ましい。

【0166】図8および図9におけるスピバルブ型薄膜磁気素子では、前記導電層131、131からフリー磁性層16、非磁性導電層15、及び第2の固定磁性層14にセンス電流が与えられる。記録媒体から図8および図9に示す図示Y方向に磁界が与えられると、フリー磁性層16の磁化は、図示X1方向からY方向に変動し、このときの非磁性導電層15とフリー磁性層16との界面、及び非磁性導電層15と第2の固定磁性層14との界面でスピンに依存した伝導電子の散乱が起こることにより、電気抵抗が変化し、記録媒体からの洩れ磁界が検出される。

【0167】ところで前記センス電流は、実際には、第1の固定磁性層12と非磁性中間層13の界面などにも流れる。前記第1の固定磁性層12は ΔMR に直接関与せず、前記第1の固定磁性層12は、 ΔMR に関与する第2の固定磁性層14を適正な方向に固定するための、いわば補助的な役割を担った層となっている。このため、センス電流が、第1の固定磁性層12及び非磁性中間層13に流れることは、シャントロス（電流ロス）になるが、このシャントロスの量は非常に少なく、第2の

実施形態では、従来とほぼ同程度の ΔMR を得ることが可能となっている。

【0168】この例のスピバルブ型薄膜磁気素子は、図1に示すスピバルブ型薄膜磁気素子とほぼ同様の製造方法により製造することができる。即ち、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法では、基板K上に、反強磁性層11、第1の固定磁性層12、非磁性中間層13、第2の固定磁性層14、非磁性導電層15、フリー磁性層16、バイアス層130を順次積層して積層体を形成したのち、前記積層体にトラック幅Tw方向と直交する方向である第1の磁界を印加しつつ、第1の熱処理温度で熱処理し、前記反強磁性層11およびバイアス層130に交換異方性磁界を発生させて、前記第1の固定磁性層12および前記フリー磁性層16の磁化を同一方向に固定すると共に、前記反強磁性層11の交換異方性磁界を前記バイアス層130の交換異方性磁界よりも大とする。

【0169】ついで、トラック幅Tw方向に前記バイアス層130の交換異方性磁界よりも大きく前記反強磁性層11の交換異方性磁界よりも小さい第2の磁界を印加しつつ、前記第1の熱処理温度よりも高い第2の熱処理温度で熱処理し、前記フリー磁性層16に前記第1の固定磁性層12および第2の固定磁性層14の磁化方向と交差する方向のバイアス磁界を付与する。

【0170】さらに、熱処理された前記積層体をイオンミリングなどにより、前記バイアス層130の一部を除去してトラック幅Twに近い幅の凹部130Aを形成するとともに、この凹部130Aの下に位置する前記フリー磁性層16にトラック幅Twに相当する幅のトラック溝16Aを形成する。ついで、リフトオフレジストを使用する方法などにより、前記バイアス層130上に、前記フリー磁性層16に検出電流を与える導電層131を形成し、スピバルブ型薄膜磁気素子が得られる。

【0171】このようなスピバルブ型薄膜磁気素子では、前記フリー磁性層16は、前記固定磁性層が配置されている方向と反対側の面に（もしくは、前記基板Kと反対側の面に）トラック幅Twに相当する幅のトラック溝16Aが設けられた溝部16Bを有しているので、この溝部16Bの幅に応じてトラック幅Twを正確に決めることができる。また、このスピバルブ型薄膜磁気素子を製造する場合に、フリー磁性層16の溝部16Bの両側の平坦部16C上に配置されるバイアス層130が、前記溝部16Bに残ることがなく、磁気記録媒体からの微弱な漏れ磁界に対してフリー磁性層16の磁気モーメントがスムーズに回転する感度の優れたスピバルブ型薄膜磁気素子となる。

【0172】また、このスピバルブ型薄膜磁気素子においても、反強磁性層11およびバイアス層130が、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも

1種または2種以上の元素とMnとを含む合金からなるものである。交換異方性磁界の温度特性が良好となり、耐熱性に優れたスピバルブ型薄膜磁気素子となる。また、ハードディスクなどの装置内の環境温度や素子を通れるセンス電流によるジュール熱により素子が高温となる薄膜磁気ヘッドなどの装置に備えられた場合の耐久性が良好で、温度変化による交換異方性磁界（交換結合磁界）の変動が少ない優れたスピバルブ型薄膜磁気素子とすることができる。さらにまた、反強磁性層11を上記の合金で形成することで、ブロッキング温度が高いものとなり、反強磁性層11に大きな交換異方性磁界を発生させることができるため、第1の固定磁性層12および第2の固定磁性層14の磁化方向を強固に固定することができる。

【0173】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、反強磁性層11およびバイアス層130に、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素とMnとを含む合金を用い、前記合金の性質を利用して、1度目の熱処理で第1の固定磁性層12の磁化方向を固定し、2度目の熱処理でフリー磁性層16の磁化方向を前記第1の固定磁性層12および第2の固定磁性層14の磁化方向と交差する方向に揃えるので、第1の固定磁性層12の磁化方向に悪影響を与えることなく、フリー磁性層16の磁化方向を第1の固定磁性層12および第2の固定磁性層14の磁化方向と交差する方向に揃えることができ、耐熱性に優れたスピバルブ型薄膜磁気素子を得ることができる。

【0174】また、基板K上に、反強磁性層11、第1の固定磁性層12、非磁性中間層13、第2の固定磁性層14、非磁性導電層15、フリー磁性層16、バイアス層130を順次積層して積層体を形成し、前記積層体を熱処理する方法であるので、前記積層体を形成するに際し、前記基板Kと前記バイアス層130との間に形成される各層の表面を大気に触れさせることがなく、前記各層の表面が大気に触れた場合のように、大気に触れた表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングしてからその上の層を形成する必要がないため、容易に製造することができる。また、再現性が良好な製造方法とすることができる。さらに、前記各層の表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングする必要がないため、再付着物によるコンタミや、表面の結晶状態の乱れによる交換異方性磁界の発生に対する悪影響など、クリーニングすることに起因する不都合が生じない優れた製造方法とすることができる。

【0175】さらにまた、前記バイアス層130の一部を除去してトラック幅Twに近い幅の凹部130Aを形成するとともに、この凹部130Aの下に位置する前記フリー磁性層16にトラック幅Twに相当する幅のトラ

ック溝16Aを形成するので、前記バイアス層130の厚みにばらつきがある場合でも、前記トラック溝16Aの底部16Dにバイアス層130が残ることがないため、トラック幅Twを精度よく画定でき、高記録密度化に対応可能なスピバルブ型薄膜磁気素子を得ることができる。また、バイアス層130を完全に除去することが簡単であるため、容易に製造することができる。

【0176】[第3の実施形態] 図10は、本発明の第3の実施形態のスピバルブ型薄膜磁気素子を模式的に示した横断面図であり、図11は、図10に示したスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。この例のスピバルブ型薄膜磁気素子においても、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子と同様に、ハードディスク装置に設けられた浮上式スライダのトレーリング側端部などに設けられて、ハードディスクなどの記録磁界を検出するものである。なお、ハードディスクなどの磁気記録媒体の移動方向は、図示Z方向であり、磁気記録媒体からの洩れ磁界の方向は、Y方向である。

【0177】また、この例のスピバルブ型薄膜磁気素子も、反強磁性材料からなるバイアス層を用いたエクスチェンジバイアス方式により、フリー磁性層の磁化方向を固定磁性層の磁化方向に対して交差する方向に揃えるものである。このスピバルブ型薄膜磁気素子は、固定磁性層のみならず、フリー磁性層も非磁性中間層を介して第1のフリー磁性層と第2のフリー磁性層の2層に分断されている。

【0178】図10および図11において、符号Kは、基板を示している。この基板Kの上には、 Al_2O_3 などからなる下地絶縁層200、下部シールド層163、下部ギャップ層164、反強磁性層51が形成され、さらに、前記反強磁性層51の上には、第1の固定磁性層52、非磁性中間層53、第2の固定磁性層54、非磁性導電層55、第1のフリー磁性層56、非磁性中間層59、第2のフリー磁性層60が順に積層されている。前記第2のフリー磁性層60は、図11に示すように、前記固定磁性層が配置されている方向と反対側の面に（もしくは、前記基板Kと反対側の面に）トラック幅Twと同じ幅のトラック溝60Aが設けられた溝部16Bと、その両側の平坦部60C、60Cとを有している。前記第2のフリー磁性層60の平坦部60C、60C上には、前記バイアス層62、62が設けられ、前記バイアス層62、62の上には、導電層63、63が形成されている。

【0179】本発明の第3の実施形態のスピバルブ型薄膜磁気素子においても、前記反強磁性層51は、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子と同様に、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnとを含む合金からなるものであ

り、磁場中熱処理により第1の固定磁性層52、第2の固定磁性層54をそれぞれ一定の方向に磁化するものである。

【0180】第1の固定磁性層52及び第2の固定磁性層54は、Co膜、NiFe合金、CoFe合金、あるいはCoNiFe合金などで形成されている。また、非磁性中間層53は、Ru、Rh、Ir、Cr、Re、Cuのうち1種あるいは2種以上の合金で形成されていることが好ましい。

【0181】第1の固定磁性層52は、反強磁性層51に接して形成され、磁場中アニール（熱処理）を施すことにより、前記第1の固定磁性層52と反強磁性層51との界面にて交換結合磁界（交換異方性磁界）が発生し、例えば、図10および図11に示すように、前記第1の固定磁性層52の磁化が、図示Y方向に固定される。前記第1の固定磁性層52の磁化が、図示Y方向に固定されると、非磁性中間層53を介して対向する第2の固定磁性層54の磁化は、第1の固定磁性層52の磁化と反平行状態（フェリ状態）で固定される。

【0182】このフェリ状態の安定性を保つためには、大きい交換結合磁界が必要である。この例のスピンバルブ型薄膜磁気素子では、反強磁性層51として、ブロッキング温度が高く、しかも第1の固定磁性層52との界面で大きい交換結合磁界（交換異方性磁界）を発生させる上記の合金を使用することで、前記第1の固定磁性層52及び第2の固定磁性層54の磁化状態を熱的にも安定して保つことができる。

【0183】また、前記非磁性導電層55は、Cuなどで形成されることが好ましい。

【0184】また、前記第1のフリー磁性層56は、図10および図11に示すように、2層で形成されており、非磁性導電層55に接する側にCo膜57が形成されている。非磁性導電層55に接する側にCo膜57を形成するのは、第1に ΔMR を大きくできるためであり、第2に非磁性導電層55との拡散を防止するためである。

【0185】前記Co膜57の上には、NiFe合金膜58が形成されている。さらに、前記NiFe合金膜58上には、非磁性中間層59が形成されている。そして、前記非磁性中間層59の上には、第2のフリー磁性層60が形成されている。前記第2のフリー磁性層60は、Co膜、NiFe合金、CoFe合金、あるいはCoNiFe合金などで形成されている。

【0186】また、第1のフリー磁性層56と第2のフリー磁性層60との間に介在する非磁性中間層59は、Ru、Rh、Ir、Cr、Re、Cuのうち1種あるいは2種以上の合金で形成されていることが好ましい。

【0187】前記第1のフリー磁性層56の磁化と第2のフリー磁性層60の磁化とは、前記第1のフリー磁性層56と第2のフリー磁性層60との間に発生する交換

結合磁界（RKKY相互作用）によって、図10および図11に示すように、互いに反平行状態（フェリ状態）になっている。

【0188】図10および図11に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子では、例えば、第1のフリー磁性層56の膜厚 t_{F1} は、第2のフリー磁性層60の膜厚 t_{F2} よりも小さく形成されている。そして、前記第1のフリー磁性層56の $M_s \cdot t_{F1}$ は、第2のフリー磁性層60の $M_s \cdot t_{F2}$ よりも小さく設定されており、バイアス層62から図示X1方向と反対方向にバイアス磁界が与えられると、 $M_s \cdot t_{F2}$ の大きい第2のフリー磁性層60の磁化が、前記バイアス磁界の影響を受けて、図示X1方向と反対方向に揃えられ、前記第2のフリー磁性層60との交換結合磁界（RKKY相互作用）によって、 $M_s \cdot t_{F1}$ の小さい第1のフリー磁性層56の磁化は、図示X1方向に揃えられる。

【0189】図示Y方向から外部磁界が侵入してくると、前記第1のフリー磁性層56と第2のフリー磁性層60の磁化は、フェリ状態を保ちながら、前記外部磁界の影響を受けて回転する。そして、 ΔMR に奇与する第1のフリー磁性層56の変動磁化と、第2の固定磁性層54の固定磁化（例えば図示Y方向と反対方向に磁化されている）との関係によって、電気抵抗が変化し、外部磁界が電気抵抗変化として検出される。

【0190】また、バイアス層62、62は、前記反強磁性層51と同様に、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素と、Mnとを含む合金からなるものとされる。また、導電層62、63は、Au、W、Cr、Taなどにより形成されることが好ましい。

【0191】この例のスピンバルブ型薄膜磁気素子も、図1に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子とほぼ同様の製造方法により製造することができる。即ち、本発明のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法では、基板K上に、反強磁性層51、第1の固定磁性層52、非磁性中間層53、第2の固定磁性層54、非磁性導電層55、第1のフリー磁性層56、非磁性中間層59、第2のフリー磁性層60、バイアス層62を順次積層して積層体を形成したのち、前記積層体にトラック幅Tw方向と直交する方向である第1の磁界を印加しつつ、第1の熱処理温度で熱処理し、前記反強磁性層51およびバイアス層62に交換異方性磁界を発生させて、前記第1の固定磁性層52および前記第2のフリー磁性層60の磁化を同一方向に固定すると共に、前記反強磁性層51の交換異方性磁界を前記バイアス層62の交換異方性磁界よりも大とする。

【0192】ついで、トラック幅Tw方向に前記バイアス層62の交換異方性磁界よりも大きく前記反強磁性層51の交換異方性磁界よりも小さい第2の磁界を印加し

つつ、前記第1の熱処理温度よりも高い第2の熱処理温度で熱処理し、前記第2のフリー磁性層60に前記第1の固定磁性層52および第2の固定磁性層54の磁化方向と交差する方向のバイアス磁界を付与する。

【0193】さらに、熱処理された前記積層体をイオンミリングなどにより、前記バイアス層62の一部を除去してトラック幅Twに近い幅の凹部62Aを形成するとともに、この凹部62Aの下に位置する前記フリー磁性層60にトラック幅Twに相当する幅のトラック溝60Aを形成する。ついで、リフトオフレジストを使用する方法などにより、前記バイアス層62上に、導電層63を形成し、スピンバルブ型薄膜磁気素子が得られる。

【0194】このようなスピンバルブ型薄膜磁気素子では、前記フリー磁性層60は、前記固定磁性層が配置されている方向と反対側の面に（もしくは、前記基板Kと反対側の面に）トラック幅Twに相当する幅のトラック溝60Aが設けられた溝部60Bを有しているため、この溝部60Bの幅に応じてトラック幅Twを正確に決めることができる。また、このスピンバルブ型薄膜磁気素子を製造する場合に、フリー磁性層60の溝部60Bの両側の平坦部60C上に配置されるバイアス層62が、前記溝部60Bに残ることがなく、磁気記録媒体からの微弱な漏れ磁界に対してフリー磁性層60の磁気モーメントがスムーズに回転する感度の優れたスピンバルブ型薄膜磁気素子となる。

【0195】また、このスピンバルブ型薄膜磁気素子においても、反強磁性層51およびバイアス層62が、Pt、Pd、Ir、Rh、Ru、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素とMnとを含む合金からなるものであるため、交換異方性磁界の温度特性が良好となり、耐熱性に優れたスピンバルブ型薄膜磁気素子となる。また、ハードディスクなどの装置内の環境温度や素子を流れるセンス電流によるジュール熱により素子が高温となる薄膜磁気ヘッドなどの装置に備えられた場合の耐久性が良好で、温度変化による交換異方性磁界（交換結合磁界）の変動が少ない優れたスピンバルブ型薄膜磁気素子とすることができる。さらにまた、反強磁性層51を上記の合金で形成することで、ブロッキング温度が高いものとなり、反強磁性層51に大きな交換異方性磁界を発生させることができるため、第1の固定磁性層52および第2の固定磁性層54の磁化方向を強固に固定することができる。

【0196】また、上記のスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法においては、反強磁性層51およびバイアス層62に、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Niのうちの少なくとも1種または2種以上の元素とMnとを含む合金を用い、前記合金の性質を利用して、1度目の熱処理で第1の固定磁性層52の磁化方向を固定し、2度目の熱処理で第2のフリー磁

性層60の磁化方向を前記第1の固定磁性層52および第2の固定磁性層54の磁化方向と交差する方向に揃えるので、第1の固定磁性層52の磁化方向に悪影響を与えることなく、第1のフリー磁性層56および第2のフリー磁性層60の磁化方向を第1の固定磁性層52および第2の固定磁性層54の磁化方向と交差する方向に揃えることができ、耐熱性に優れたスピンバルブ型薄膜磁気素子を得ることができる。

【0197】また、反強磁性層51、第1の固定磁性層52、非磁性中間層53、第2の固定磁性層54、非磁性導電層55、第1のフリー磁性層56、非磁性中間層59、第2のフリー磁性層60、バイアス層62を順次積層して積層体を形成し、前記積層体を熱処理する方法であるため、前記積層体を形成するに際し、前記基板Kと前記バイアス層62との間に形成される各層の表面を大気に触れさせることがなく、前記各層の表面が大気に触れた場合のように、大気に触れた表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングしてからその上の層を形成する必要がないため、容易に製造することができる。また、再現性が良好な製造方法とすることができる。さらに、前記各層の表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングする必要がないため、再付着物によるコンタミや、表面の結晶状態の乱れによる交換異方性磁界の発生に対する悪影響など、クリーニングすることに起因する不都合が生じない優れた製造方法とすることができる。

【0198】さらにまた、前記バイアス層62の一部を除去してトラック幅Twに近い幅の凹部62Aを形成するとともに、この凹部62Aの下に位置する前記フリー磁性層60にトラック幅Twに相当する幅のトラック溝60Aを形成するので、前記バイアス層62の厚みにばらつきがある場合でも、前記トラック溝60Aの底部60Dにバイアス層62が残ることがないため、トラック幅Twを精度よく画定でき、高記録密度化に対応可能なスピンバルブ型薄膜磁気素子を得ることができる。また、バイアス層62を完全に除去することが簡単であるため、容易に製造することができる。

【0199】〔センス電流磁界の作用〕次に、図8～図11に示す第2の実施形態および第3の実施形態の構造において、センス電流磁界の作用について説明する。図8および図9に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子では、非磁性導電層15の下側に第2の固定磁性層14が形成されている。この場合にあっては、第1の固定磁性層12及び第2の固定磁性層14のうち、磁気モーメントの大きい方の固定磁性層の磁化方向に、センス電流磁界の方向を合わせる。

【0200】図8に示すように、前記第2の固定磁性層14の磁気モーメントは、第1の固定磁性層12の磁気モーメントに比べて大きく、前記第2の固定磁性層14の磁気モーメントは、図示Y方向と反対方向（図示左方

向)に向いている。このため前記第1の固定磁性層12の磁気モーメントと第2の固定磁性層14の磁気モーメントとを足し合わせた合成磁気モーメントは、図示Y方向と反対方向(図示左方向)に向いている。

【0201】前述のように、非磁性導電層15は、第2の固定磁性層14及び第1の固定磁性層12の上側に形成されている。このため、主に前記非磁性導電層15を中心にして流れるセンス電流112によって形成されるセンス電流磁界は、前記非磁性導電層15よりも下側において、図示左方向に向くように、前記センス電流112の流す方向を制御すればよい。このようにすれば、第1の固定磁性層12と第2の固定磁性層14との合成磁気モーメントの方向と、前記センス電流磁界の方向とが一致する。

【0202】図8に示すように、前記センス電流112は、図示X1方向に流される。右ネジの法則により、センス電流を流すことによって形成されるセンス電流磁界は、紙面に対して右回りに形成される。従って、非磁性導電層15よりも下側の層には、図示方向(図示Y方向と反対方向)のセンス電流磁界が印加されることになり、このセンス電流によって、第1の合成磁気モーメントを補強する方向に作用し、第1の固定磁性層12と第2の固定磁性層14間に作用する交換結合磁界(RKKY相互作用)が増幅され、前記第1の固定磁性層12の磁化と第2の固定磁性層14の磁化の反平行状態をより熱的に安定させることが可能になる。

【0203】特に、センス電流を1mA流すと、約30(Oe)程度のセンス電流磁界が発生し、また素子温度が約10℃程度上昇することが判っている。さらに、記録媒体の回転数は、10000rpm程度まで速くなり、この回転数の上昇により、装置内温度は、最高で約100℃まで上昇する。このため、例えば、センス電流を10mA流した場合、スピンバルブ型薄膜磁気素子の素子温度は、約200℃程度まで上昇し、さらにセンス電流磁界も300(Oe)と大きくなる。このような、非常に高い環境温度下で、しかも、大きなセンス電流が流れる場合にあっては、第1の固定磁性層12の磁気モーメントと第2の固定磁性層14とを足し合わせて求めることができる合成磁気モーメントの方向と、センス電流磁界の方向とが逆向きであると、第1の固定磁性層12の磁化と第2の固定磁性層14の磁化との反平行状態が壊れ易くなる。また、高い環境温度下でも耐え得るようにするには、センス電流磁界の方向の調節の他に、高いブロッキング温度を有する反強磁性材料を反強磁性層11として使用する必要がある。そのため、本発明では、ブロッキング温度が高い上記の合金を使用している。

【0204】なお、図8に示す第1の固定磁性層12の磁気モーメントと第2の固定磁性層14の磁気モーメントとで形成される合成磁気モーメントが、図示右方向

(図示Y方向)に向いている場合には、センス電流を図示X1方向と反対方向に流し、センス電流磁界が紙面に対し左回りに形成されるようにすればよい。

【0205】また、図10及び図11は、フリー磁性層が非磁性中間層を介して第1のフリー磁性層と第2のフリー磁性層の2層に分断されて形成されたスピンバルブ型薄膜磁気素子の実施例であるが、図10に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子のように、非磁性導電層55よりも下側に第1の固定磁性層52及び第2の固定磁性層54が形成された場合にあっては、図8に示すスピンバルブ型薄膜磁気素子の場合と同様のセンス電流方向の制御を行えばよい。

【0206】以上のように、上述の各実施の形態によれば、センス電流を流すことによって形成されるセンス電流磁界の方向と、第1の固定磁性層の磁気モーメントと第2の固定磁性層の磁気モーメントとを足し合わせることで求めることができる合成磁気モーメントの方向とを一致させることにより、前記第1の固定磁性層と第2の固定磁性層間に作用する交換結合磁界(RKKY相互作用)を増幅させ、前記第1の固定磁性層の磁化と第2の固定磁性層の磁化の反平行状態(フェリ状態)を熱的に安定した状態に保つことが可能である。特に、本実施の形態では、より熱的安定性を向上させるために、反強磁性層にブロッキング温度の高い反強磁性材料を使用しており、これによって、環境温度が、従来に比べて大幅に上昇しても、前記第1の固定磁性層の磁化と第2の固定磁性層の磁化の反平行状態(フェリ状態)を壊れ難くすることができる。

【0207】また、高記録密度化に対応するためにセンス電流量を大きくして再生出力を大きくしようとする、それによってセンス電流磁界も大きくなるが、本発明の実施の形態では、前記センス電流磁界が、第1の固定磁性層と第2の固定磁性層の間に働く交換結合磁界を増幅させる作用をもたらしているため、センス電流磁界の増大により、第1の固定磁性層と第2の固定磁性層の磁化状態は、より安定したものとなる。なお、このセンス電流方向の制御は、反強磁性層にどのような反強磁性材料を使用した場合であっても適用でき、例えば、反強磁性層と固定磁性層(第1の固定磁性層)との界面で交換結合磁界(交換異方性磁界)を発生させるために、熱処理が必要であるか、あるいは必要でないかを問わない。さらに、図1に示す第1の実施の形態のように、固定磁性層が単層で形成されているシングルスピンバルブ型薄膜磁気素子の場合であっても、前述したセンス電流を流すことによって形成されるセンス電流磁界の方向と、固定磁性層の磁化方向とを一致させることにより、前記固定磁性層の磁化を熱的に安定化させることが可能である。

【0208】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の

スピバルブ型薄膜磁気素子では、前記フリー磁性層は、前記基板と反対側の面にトラック幅に相当する幅のトラック溝が設けられた溝部を有しているもので、この溝部の幅に応じてトラック幅を正確に決めることができる。また、このスピバルブ型薄膜磁気素子を製造する場合に、フリー磁性層の溝部の両側の平坦部上に配置されるバイアス層が、前記溝部に残ることがなく、磁気記録媒体からの微弱な漏れ磁界に対してフリー磁性層の磁気モーメントがスムーズに回転する感度の優れたスピバルブ型薄膜磁気素子となる。

【0209】また、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子は、反強磁性層およびバイアス層が、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Xe、Krのうちの少なくとも1種または2種以上の元素とMnとを含む合金からなるものであるもので、交換異方性磁界の温度特性が良好となり、耐熱性に優れたスピバルブ型薄膜磁気素子とすることができる。また、装置内の環境温度や通電時のジュール熱の発生により素子の温度が高温となる薄膜磁気ヘッドなどの装置に備えられた場合の耐久性が良好で、温度変化による交換異方性磁界（交換結合磁界）の変動が少ない優れたスピバルブ型薄膜磁気素子とすることができる。さらにまた、反強磁性層を上記の合金で形成することで、ブロッキング温度が高いものとなり、反強磁性層に大きな交換異方性磁界を発生させることができるため、固定磁性層の磁化方向を強固に固定することが可能なスピバルブ型薄膜磁気素子とすることができる。

【0210】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子においては、前記固定磁性層と前記フリー磁性層の少なくとも一方が、非磁性中間層を介して2つに分断され、分断された層どうして磁化の向きが180度異なるフェリ磁性状態とされたことを特徴とするものとしてもよい。少なくとも固定磁性層が非磁性中間層を介して2つに分断されたスピバルブ型薄膜磁気素子とした場合、2つに分断された固定磁性層のうち一方が他方の固定磁性層を適正な方向に固定する役割を担い、固定磁性層の状態を非常に安定した状態に保つことが可能となる。一方、少なくともフリー磁性層が非磁性中間層を介して2つに分断されスピバルブ型薄膜磁気素子とした場合、2つに分断されたフリー磁性層どうしに交換結合磁界が発生し、フェリ磁性状態とされ、外部磁界に対して感度よく反転できるものとなる。

【0211】さらに、本発明のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法では、反強磁性層およびバイアス層に、Pt、Pd、Rh、Ru、Ir、Os、Au、Ag、Cr、Ni、Ne、Ar、Kr、Xeのうちの少なくとも1種または2種以上の元素とMnとを含む合金を用い、前記合金の性質を利用して、1度目の熱処理で固定磁性層の磁化方向を固定し、2度目の熱処理でフリー磁性層の磁化方向を前記固定磁性層の磁化方向と交差する方向

に揃えるので、固定磁性層の磁化方向に悪影響を与えることなく、前記フリー磁性層の磁化方向を前記固定磁性層の磁化方向と交差する方向に揃えることができ、耐熱性に優れたスピバルブ型薄膜磁気素子を得ることができる。

【0212】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法は、基板上に、反強磁性層、固定磁性層、非磁性導電層、フリー磁性層、バイアス層を順次積層して積層体を形成し、前記積層体を熱処理する方法であるので、前記積層体を形成するに際し、前記基板と前記バイアス層との間に形成される各層の表面を大気に触れさせることがなく、前記各層の表面が大気に触れた場合のように、大気に触れた表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングしてからその上の層を形成する必要がないため、容易に製造することができる。また、再現性が良好な製造方法とすることができる。さらに、前記各層の表面をイオンミリングや逆スパッタによりクリーニングする必要がないため、再付着物によるコンタミや、表面の結晶状態の乱れによる交換異方性磁界の発生に対する悪影響など、クリーニングすることに起因する不都合が生じない優れた製造方法とすることができる。

【0213】また、上記のスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法では、前記バイアス層の一部を除去してトラック幅に近い幅の凹部を形成するとともに、この凹部の下に位置する前記フリー磁性層にトラック幅に相当する幅のトラック溝を形成するので、前記バイアス層の厚みにばらつきがある場合でも、前記トラック溝の底部にバイアス層が残ることがないため、トラック幅を精度よく画定でき、高記録密度化に対応可能なスピバルブ型薄膜磁気素子を得ることができる。また、バイアス層を完全に除去することが簡単であるため、容易に製造することができる。

【0214】また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、スライダに上記のスピバルブ型薄膜磁気素子が備えられてなるものであるので、耐久性および耐熱性に優れ、十分な交換異方性磁界が得られる薄膜磁気ヘッドとすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態であるスピバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示す断面図である。

【図2】 図1に示したスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、基板上に積層体を形成した状況を示す断面図である。

【図3】 図1に示したスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、マスクを形成した状況を示す断面図である。

【図4】 図1に示したスピバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、トラック溝を形成した状況を示す断面図である。

【図5】 図1に示したスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、導電層を形成した状況を示す断面図である。

【図6】 本発明の第1の実施形態であるスピンバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドを示す斜視図である。

【図7】 本発明の第1の実施形態であるスピンバルブ型薄膜磁気素子を備えた薄膜磁気ヘッドの要部を示す断面図である。

【図8】 本発明の第2の実施形態であるスピンバルブ型薄膜磁気素子を示す断面図である。

【図9】 図8に示したスピンバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図10】 本発明の第3の実施形態であるスピンバルブ型薄膜磁気素子を示す断面図である。

【図11】 図10に示したスピンバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示した断面図である。

【図12】 従来のスピンバルブ型薄膜磁気素子の一例を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示す断面図である。

【図13】 従来のスピンバルブ型薄膜磁気素子の他の例を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示す断面図である。

【図14】 図13に示したスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、基板上に積層体を形成した状況を示す断面図である。

【図15】 図13に示したスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、リフトオフレジストを形成した状況を示す断面図である。

【図16】 図13に示したスピンバルブ型薄膜磁気素子の製造方法を説明するための図であって、バイアス層および導電層を形成した状況を示す断面図である。

【図17】 $Pt_{55.4}Mn_{44.6}$ 合金及び $Pt_{54.4}Mn_{45.6}$ 合金の交換異方性磁界の熱処理温度依存性を示すグラフである。

【図18】 Pt_aMn_{100-a} 合金の交換異方性磁界のPt濃度(m)依存性を示すグラフである。

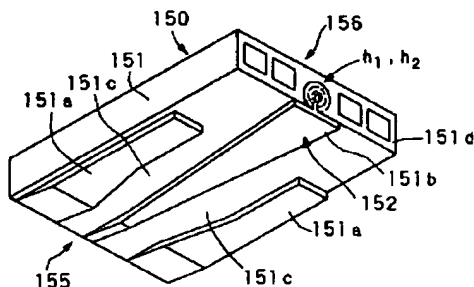
【図19】 図17および図18に示すグラフのデータの測定に用いられたスピンバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示す断面図である。

【図20】 図17および図18に示すグラフのデータの測定に用いられたスピンバルブ型薄膜磁気素子を記録媒体との対向面側から見た場合の構造を示す断面図である。

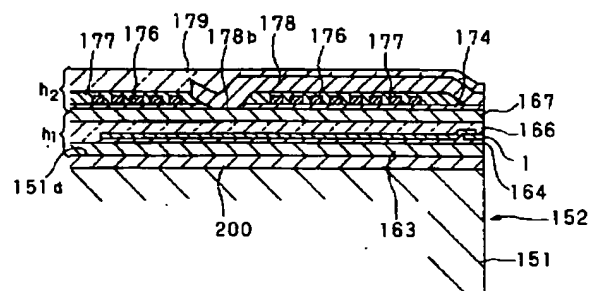
【符号の説明】

- 1 スピンバルブ型薄膜磁気素子
- K 基板
- 2、11、22、51 反強磁性層
- 3、23 固定磁性層
- 4、15、24、55 非磁性導電層
- 5、16、25 フリー磁性層
- 6、26、62、130 バイアス層
- 8、28、63、131 導電層
- Tw トラック幅
- 5A、16A、60A トラック溝
- 5B、16B、60B 溝部
- 5C、16C、60C 平坦部
- a1 積層体
- 12、52 第1の固定磁性層
- 14、54 第2の固定磁性層
- 13、53 非磁性中間層
- 56 第1のフリー磁性層
- 60 第2のフリー磁性層
- 150 薄膜磁気ヘッド
- 6A、62A、130A 凹部

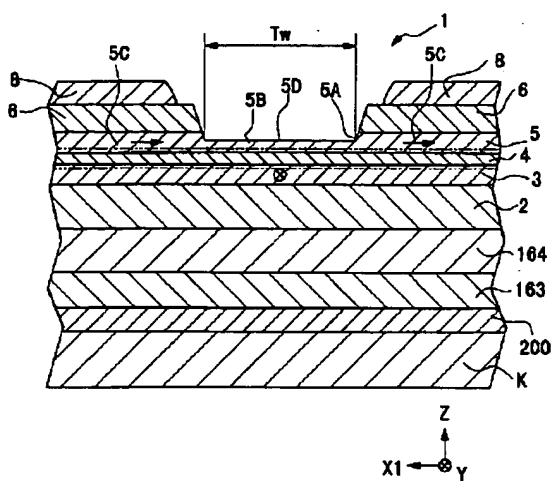
【図6】



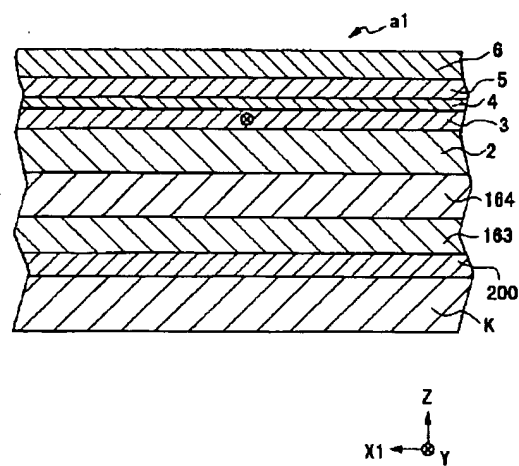
【図7】



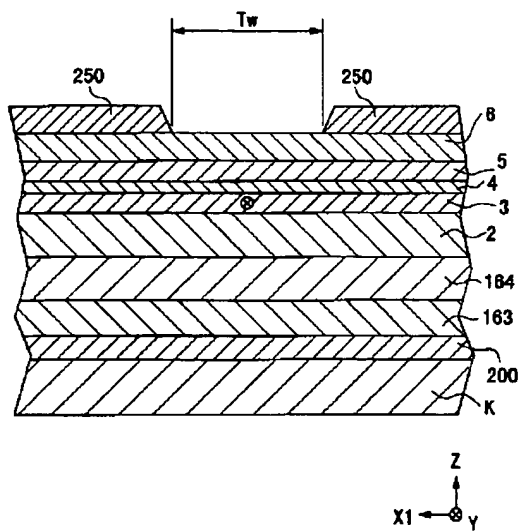
【図1】



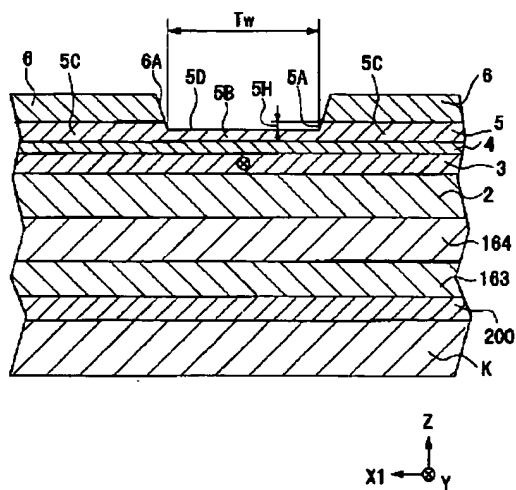
【図2】



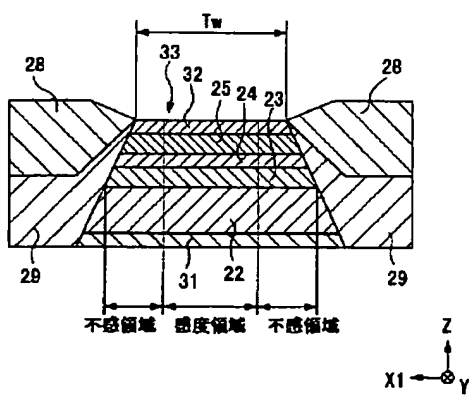
【図3】



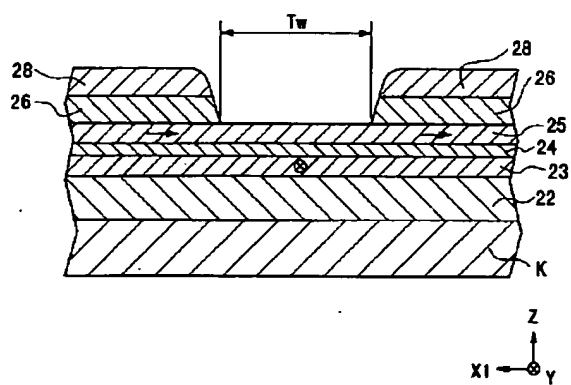
【図4】



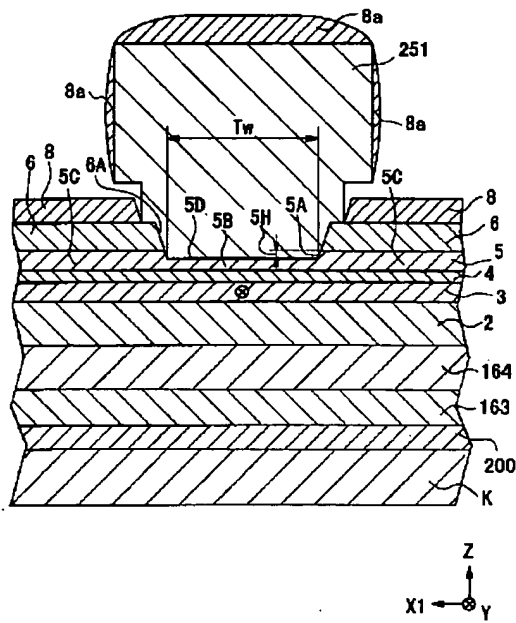
【図12】



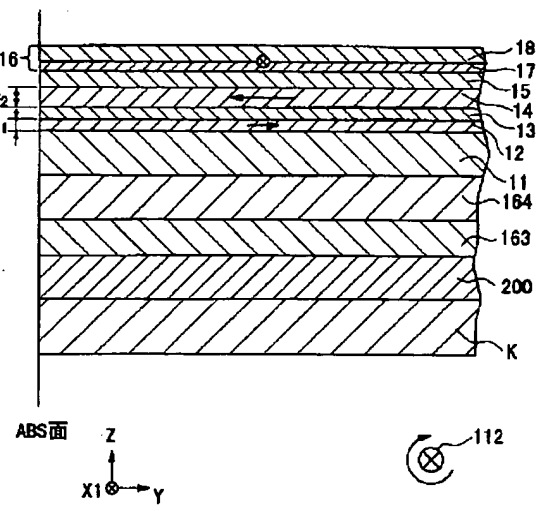
【図13】



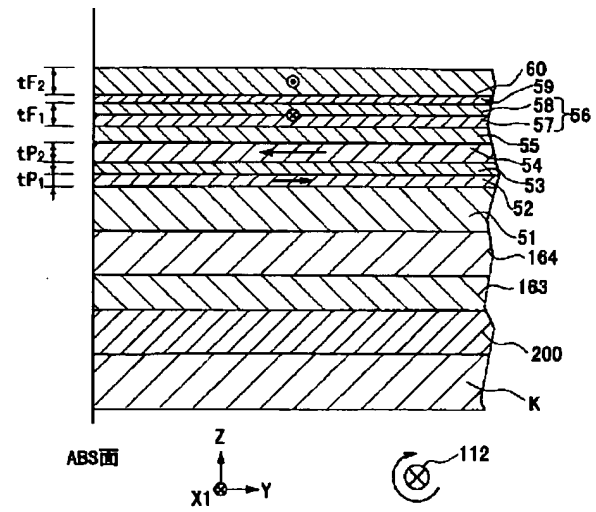
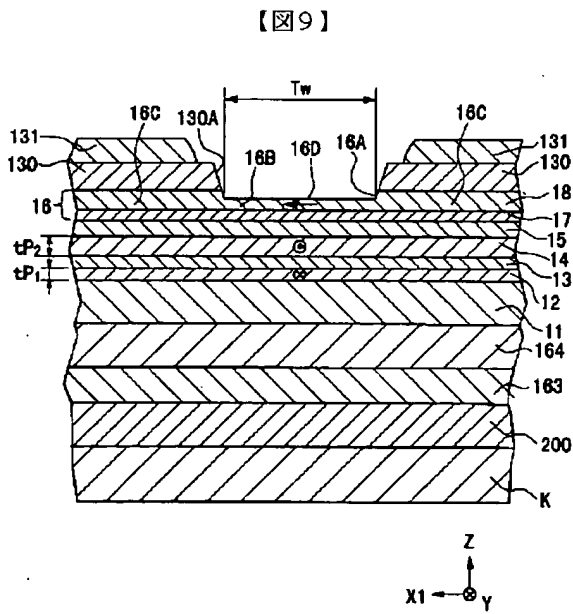
【図5】



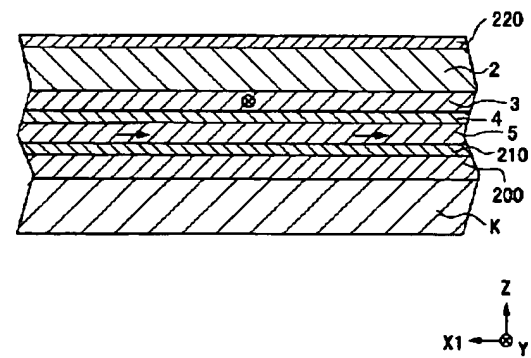
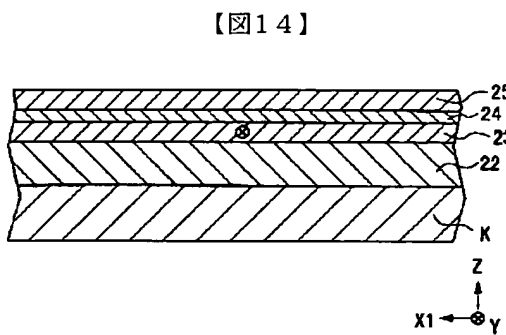
【図8】



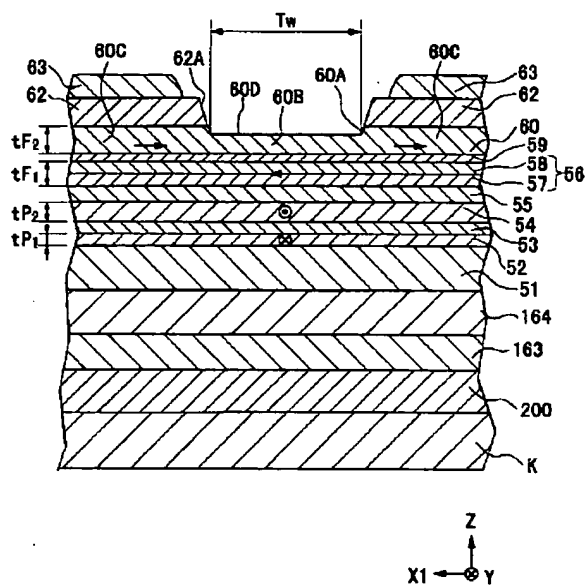
【図10】



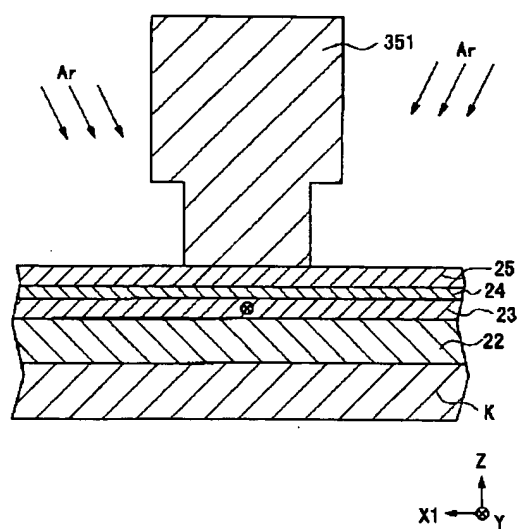
【図19】



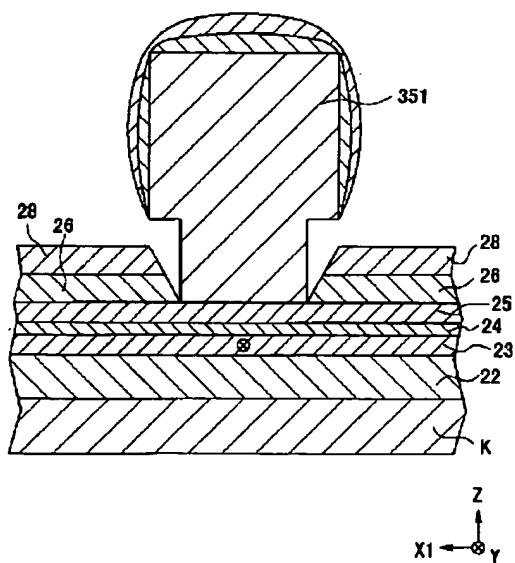
【図11】



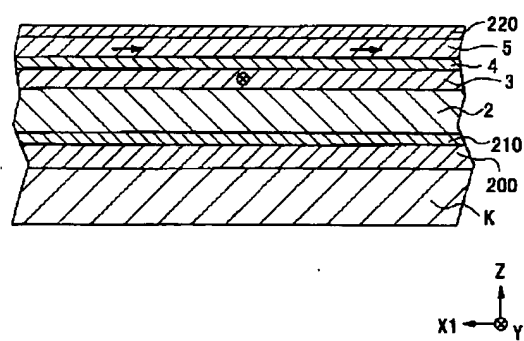
【図15】



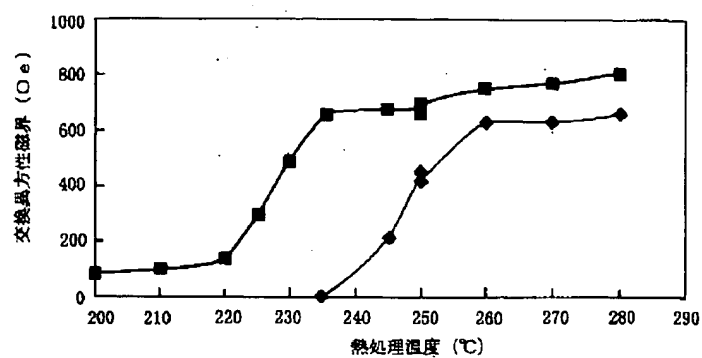
【図16】



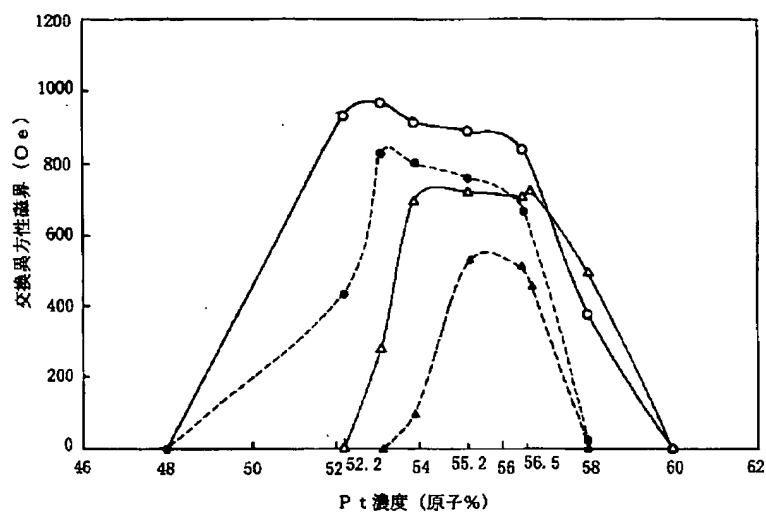
【図20】



【図17】



【図18】



Machine Translation of JP 2000-348309

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention] [0001] [The technical field to which invention belongs] This invention is the relation between the direction of fixed magnetization of a fixed magnetic layer, and the direction of the magnetization of a free magnetic layer influenced of an external magnetic field, and relates to the manufacture method of a spin bulb mold thin film magnetic cell that the magnetization direction of the thin film magnetic head and a free magnetic layer equipped with the spin bulb mold thin film magnetic cell which was excellent in thermal resistance especially, and this spin bulb mold thin film magnetic cell, and the magnetization direction of a fixed magnetic layer can make intersect perpendicularly easily, about the spin bulb mold thin film magnetic cell [0002] [Description of the Prior Art] There are the AMR (Anisotropic Magnetoresistive) arm head equipped with the element which shows a magneto-resistive effect, and a GMR (Giant Magnetoresistive) arm head equipped with the element which shows giant magneto-resistance in the magnetic head of a magneto-resistive effect mold. In the AMR arm head, it considers as the monolayer structure where the element which shows a magneto-resistive effect consists of the magnetic substance. On the other hand, the material whose element is plurality is made into the multilayer structure which comes to carry out a laminating in the GMR head. Although there are some classes of the structures which produce giant magneto-resistance, structure is comparatively simple and a spin bulb mold thin film magnetic cell is one of those have high resistance rate of change to a feeble external magnetic field. [0003] Drawing 12 and drawing 13 are the cross sections having shown the structure at the time of seeing an example of the conventional spin bulb mold thin film magnetic cell from an opposed face side with a record medium. The shield layer is formed in the upper and lower sides of the spin bulb mold thin film magnetic cell of these examples through the gap layer, and the GMR head for playback consists of said spin bulb mold thin film magnetic cell, a gap layer, and a shield layer. In addition, the laminating of the inductive head for record may be carried out on the GMR head for said playback. This GMR head is prepared in the trailing side edge section of a floatation type slider etc. with an inductive head, constitutes the thin film magnetic head, and detects the record magnetic field of magnetic-recording data medium, such as a hard disk. In addition, in drawing 12 and drawing 13, the migration direction of magnetic-recording data medium is a graphic display Z direction, and the direction of the leakage magnetic field from magnetic-recording data medium is the direction of Y. [0004] An antiferromagnetism layer, a fixed magnetic layer, a nonmagnetic conductive layer, and the free magnetic layer of the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 12 are the formed so-called bottom product type of single spin bulb mold thin film magnetic cells every much more. The spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 12 consists of hard bias layers (permanent magnet layer) 29 and 29 of the multilayer 33 which consisted of the substrate layer 31, the antiferromagnetism layer 22, the fixed magnetic layer 23, a nonmagnetic conductive layer 24, a free magnetic layer 25, and a protective layer 32 from the bottom, and the couple formed in the both sides of this multilayer 33, a hard bias layer 29, and electrode layers 28 and 28 of the couple formed on 29. In addition, the substrate layer 31 and the protective layer 32 are formed

by Ta film etc. Moreover, the width of recording track T_w is determined with the width-of-face size of the upper surface of a multilayer 9. [0005] general -- said antiferromagnetism layer 22 - a Fe-Mn alloy film and a nickel-Mn alloy film -- the fixed magnetic layer 23 and the free magnetic layer 25 -- a nickel-Fe alloy film -- a Co-Pt alloy film is used for the hard bias layers 29 and 29, and Cr film and W film are used for the electrode layers 28 and 28 for Cu film by the nonmagnetic conductive layer 24. [0006] As shown in drawing 12, magnetization of the fixed magnetic layer 23 is single-domain-ized by the exchange different good magnetic field with the antiferromagnetism layer 22 in the direction (the direction of a leakage magnetic field from a record medium: the height direction) of Y, and magnetization of the free magnetic layer 25 is arranged with X1 direction and an opposite direction in response to the effect of the bias magnetic field from said hard bias layers 29 and 29. That is, it is set up so that magnetization of the fixed magnetic layer 23 and magnetization of the free magnetic layer 25 may intersect perpendicularly. [0007] In this spin bulb mold thin film, detection current (sense current) is given to the fixed magnetic layer 23, the nonmagnetic conductive layer 24, and the free magnetic layer 25 from the hard bias layer 29 and the electrode layers 28 and 28 formed on 29. The transit direction of record media, such as a hard disk, is a Z direction. If the direction of a leakage magnetic field from a record medium is given in the direction of Y, magnetization of the free magnetic layer 25 will change from X1 direction and an opposite direction towards the direction of Y. By the relation between fluctuation of the magnetization direction within this free magnetic layer 25, and the fixed magnetization direction of the fixed magnetic layer 23, electric resistance changes (this is called magneto-resistive effect), and the leakage magnetic field from a record medium is detected by the voltage change based on this electric resistance value change. [0008] Moreover, an antiferromagnetism layer, a fixed magnetic layer, a nonmagnetic conductive layer, and the free magnetic layer of the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 13 are the formed so-called bottom product type of single spin bulb mold thin film magnetic cells every much more. [0009] In drawing 13, Sign K shows the substrate. The antiferromagnetism layer 22 is formed on this substrate K. Furthermore, the fixed magnetic layer 23 is formed on said antiferromagnetism layer 22, the nonmagnetic conductive layer 24 is formed on this fixed magnetic layer 23, and the free magnetic layer 25 is further formed on said nonmagnetic conductive layer 24. Moreover, on said free magnetic layer 25, the bias layers 26 and 26 open the same gap as the width of recording track T_w , and are prepared, and conductive layers 28 and 28 are formed on said bias layers 26 and 26. [0010] Said fixed magnetic layer 23 is formed with for example, Co film, the NiFe alloy, the CoNiFe alloy, the CoFe alloy, etc. Moreover, said antiferromagnetism layer 22 is formed of NiMn. Said bias layers 26 and 26 are formed with antiferromagnetism materials, such as a FeMn alloy of the irregular crystal structure, by the face-centered cubic. [0011] The fixed magnetic layer 23 shown in drawing 13 is magnetized by the exchange anisotropy field by the switched connection generated in an interface with said antiferromagnetism layer 22. And the magnetization direction of said fixed magnetic layer 23 is being fixed in the direction of graphic display Y, i.e., the direction which separates from a record medium, (the height direction). [0012] Moreover, said free magnetic layer 25 is magnetized and single-domain-ized by the exchange anisotropy field of said bias layer 26. And the magnetization direction of said free magnetic layer 25 is arranged in the direction which intersects graphic display X1 direction and an opposite direction, i.e., the magnetization direction of the fixed magnetic layer 23. When said free magnetic layer 23 is single-domain-ized

by the exchange anisotropy field of said bias layer 26, generating of a Barkhausen noise is prevented. [0013] In this spin bulb mold thin film magnetic cell, if the stationary current is given to the free magnetic layer 25, the nonmagnetic conductive layer 24, and the fixed magnetic layer 23 from a conductive layer 28 and the leakage magnetic field from magnetic-recording data medium it runs to a Z direction is given along the direction of graphic display Y, the magnetization direction of the free magnetic layer 25 will be changed towards the direction of Y from graphic display X1 direction and an opposite direction. Electric resistance changes by the relation between fluctuation of the magnetization direction within this free magnetic layer 25, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 23, and the leakage magnetic field from magnetic-recording data medium is detected by the voltage change based on this resistance change. [0014] A spin bulb mold thin film magnetic cell like drawing 13 By forming each class from the antiferromagnetism layer 22 to the free magnetic layer 25, and heat-treating all over a magnetic field, as shown in drawing 14 (annealing) An exchange anisotropy field is generated in the interface of the fixed magnetic layer 23 and the antiferromagnetism layer 22, and after fixing in the direction of graphic display Y, as the magnetization direction of the fixed magnetic layer 23 is shown in drawing 15, the lift-off resist 351 which is mostly equivalent to the width of recording track is formed. Subsequently, as shown in drawing 16, after forming the bias layer 26 and a conductive layer 28 in the front face of the free magnetic layer 25 which is not covered with the lift-off resist 351 and removing said lift-off resist 351, the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 13 is manufactured by arranging the magnetization direction of the free magnetic layer 25 crosswise [truck]. [0015] [Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the following problems occur in the conventional spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 12. magnetization of the fixed magnetic layer 23 was mentioned above -- as -- the direction of graphic display Y -- a single domain -- are-izing, and although fixed, the hard bias layers 29 and 29 magnetized by X1 direction and the opposite direction are formed in the both sides of said fixed magnetic layer 23. Therefore, especially, magnetization of the both sides of the fixed magnetic layer 23 is influenced of the bias magnetic field from said hard bias layers 29 and 29, and is no longer fixed in the direction of graphic display Y. [0016] That is, in response to magnetization of said hard bias layer 29, 29 X1 directions, and an opposite direction, magnetization of the free magnetic layer 25 single-domain-ized by X1 direction and the opposite direction and especially magnetization of the fixed magnetic layer 23 are not in orthogonality relation near the side edge section of a multilayer 33. The reason for making magnetization of the free magnetic layer 25 and magnetization of the fixed magnetic layer 23 into orthogonality relation is because also as for a small external magnetic field magnetization of the free magnetic layer 25 can be changed easily, can change electric resistance a lot and can raise playback sensitivity. Furthermore, when it is in said orthogonality relation, it is because it becomes possible to acquire the output wave which has good symmetric property. [0017] And among the free magnetic layers 25, since it is influenced of the strong magnetization from the hard bias layers 29 and 29, it is easy to be fixed, to the external magnetic field, magnetization cannot be changed easily, the magnetization in near [the] the side edge section has become, and as shown in drawing 12, the insensible field where playback sensitivity is bad is formed near the side edge section of a multilayer 33. [0018] Among multilayers 33, the field for a center section except an insensible field contributes to playback of a record medium substantially, it is the sensitivity field which demonstrates a

magneto-resistive effect, the width of face of this sensitivity field is short by the width-of-face size of an insensible field rather than the width of recording track T_w set up at the time of formation of a multilayer 33, and it is difficult to demarcate the width of recording track T_w exact for dispersion in an insensible field. Therefore, there is a problem that narrow the width of recording track T_w and high-recording-density--ization-corresponding becomes difficult. [0019] Moreover, the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 13 arranges the magnetization direction of the free magnetic layer 25 in the direction which crosses to the magnetization direction of the fixed magnetic layer 23 with the exchange bias method using the bias layer 26 which consists of an antiferromagnetism material. Since said exchange bias method has an insensible field, control of the effective width of recording track T_w is a method suitable for the spin bulb mold thin film magnetic cell corresponding to the high density record with the narrow width of recording track T_w as compared with a difficult hard bias method. [0020] However, in the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 13, since the antiferromagnetism layer 22 was formed with the nickel-Mn alloy, the problem was in corrosion resistance. Moreover, in the spin bulb mold thin film magnetic cell which used the nickel-Mn alloy or the Fe-Mn alloy for the antiferromagnetism layer 22, a weak alkaline solution, an emulsifier, etc. containing the Tripoli sodium phosphate exposed by the manufacturing process of the thin film magnetic head corrode, and there is a problem of an exchange anisotropy field becoming small. [0021] Moreover, by forming the antiferromagnetism layer 22 with the nickel-Mn alloy, the antiferromagnetism material used for the bias layers 26 and 26 had constraint, consequently there was inconvenience that the thermal resistance of the bias layers 26 and 26 and corrosion resistance were bad. namely, in order to form the heat-resistant high bias layers 26 and 26 By heat-treating all over a magnetic field in the direction which intersects the interface of the antiferromagnetism layer 22 which consists of a nickel-Mn alloy, and the fixed magnetic layer 23 to the exchange anisotropy field which acts in the direction of graphic display Y Antiferromagnetism materials, such as a nickel-Mn alloy which can generate an exchange anisotropy field in X1 direction and an opposite direction, must be chosen as the interface of the bias layers 26 and 26 and the free magnetic layer 25. [0022] However, when heat-treating all over said magnetic field, the magnetization direction of an inclination and the fixed magnetic layer 23 and the magnetization direction of the free magnetic layer 25 were [the exchange anisotropy field which acts on the interface of the antiferromagnetism layer 22 and the fixed magnetic layer 23] un-intersecting perpendicularly from Y in X1 direction and the opposite direction, and there was a problem from which the symmetric property of an output signal wave is no longer acquired. So, heat-treatment among a magnetic field was not needed for the bias layers 26 and 26, but the antiferromagnetism material which generates an exchange anisotropy field immediately after membrane formation all over a magnetic field needed to be chosen as them. Generally of such a reason, the bias layers 26 and 26 are formed with the FeMn alloy which has the irregular crystal structure by the face-centered cubic. [0023] However, when a magnetic recording medium etc. was equipped, according to generating of the Joule's heat generated according to the temperature rise or detection current in equipment, since the temperature of the element section served as an elevated temperature, the exchange anisotropy field fell, it became difficult to single-domain-ize the free magnetic layer 25, and there was a problem which generates a Barkhausen noise as a result. Moreover, a Fe-Mn alloy has the problem that corrosion resistance is bad more than a nickel-Mn alloy, and a weak alkaline

solution, an emulsifier, etc. containing the Tripoli sodium phosphate exposed by the manufacturing process of the thin film magnetic head corrode, corrosion advances in a magnetic recording medium there is not only a problem of an exchange anisotropy field becoming small, but, and it is inferior to endurance. [0024] Moreover, the manufacture method of the conventional spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 14 - drawing 16 is the process which forms the lift-off resist 351 shown in drawing 15, and after it cleans the front face where the front face of the maximum upper layer formed between said substrates and said bias layers touched atmospheric air, and touched atmospheric air by ion milling or the reverse spatter with rare gas, such as Ar, it needs to form the layer on it. For this reason, there is a problem on which a manufacturing process increases. Furthermore, since it is necessary to clean the front face of said maximum upper layer by ion milling or the reverse spatter, the inconvenience resulting from cleaning will produce the contamination by the reattachment object, the adverse effect to generating of the exchange anisotropy field by turbulence of a surface crystallized state, etc. [0025] Moreover, by the manufacture method of the conventional spin bulb mold thin film magnetic cell mentioned above, since the width of recording track T_w was demarcated in the bias layers 26 and 26 and the electrode layers 28 and 28 of both sides of the lift-off resist 351, there was a problem in which the width of recording track T_w differs by dispersion in the size of the end face section of the lift-off resist 351. [0026] This invention makes it the technical problem to offer the spin bulb mold thin film magnetic cell to which the bias layer arranged on the flat part of the both sides of the slot of a free magnetic layer cannot remain in said slot, can demarcate the width of recording track with a sufficient precision, and can respond to high recording density-ization, when it is made in order to solve the above-mentioned technical problem, and manufacturing a spin bulb mold thin film magnetic cell. Moreover, it is making to offer the spin bulb mold thin film magnetic cell excellent in thermal resistance into the technical problem by improving the construction material of an antiferromagnetism layer or a bias layer. Moreover, it is making into the technical problem to offer the structure and the manufacture method of said spin bulb mold thin film magnetic cell which can make the magnetization direction of a free magnetic layer, and the magnetization direction of a fixed magnetic layer intersect perpendicularly easily. It has said spin bulb mold thin film magnetic cell, excels in endurance and thermal resistance further again, and is making into the technical problem to offer the thin film magnetic head from which sufficient exchange anisotropy field is obtained. [0027] [Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, this invention adopted the following configurations. A fixed magnetic layer to which a spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention is formed in in contact with an antiferromagnetism layer and said antiferromagnetism layer, and the magnetization direction is fixed by exchange anisotropy field with said antiferromagnetism layer, A free magnetic layer formed through a nonmagnetic conductive layer on said fixed magnetic layer, A bias layer which arranges the magnetization direction of said free magnetic layer in the direction which crosses to the magnetization direction of said fixed magnetic layer, It is the spin bulb mold thin film magnetic cell which has a conductive layer which gives detection current to said free magnetic layer. Said free magnetic layer It has a direction where said fixed magnetic layer is arranged, a slot where a truck slot of width of face equivalent to the width of recording track was established in a field of an opposite hand, and a flat part of the both sides, and said bias layer is characterized by having been arranged on both flat parts of said free magnetic layer.

[0028] In such a spin bulb mold thin film magnetic cell, since said free magnetic layer has a direction where said fixed magnetic layer is arranged, and a slot where a track slot of width of face equivalent to the width of recording track was established in a field of an opposite hand, it can decide the width of recording track to be accuracy according to width of face of said slot. Moreover, when manufacturing this spin bulb mold thin film magnetic cell, a spin bulb mold thin film magnetic cell which was excellent in sensitivity which a bias layer arranged on a flat part of both sides of a slot of a free magnetic layer does not remain in said slot, and the magnetic moment of a free magnetic layer rotates smoothly to a feeble leakage magnetic field from magnetic-recording data medium can be offered. [0029] Moreover, as for said antiferromagnetism layer and said bias layer, it is desirable to consist of an alloy containing at least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s) and Mn. It becomes possible [such a spin bulb mold thin film magnetic cell] to offer a spin bulb mold thin film magnetic cell which became good [the temperature characteristic of an exchange anisotropy field], and was excellent in thermal resistance, since an antiferromagnetism layer and a bias layer consist of the above-mentioned alloy. Moreover, endurance at the time of preparing for a hard disk drive unit from which an element serves as an elevated temperature with the Joule's heat by sense current which flows environmental temperature and an element in equipments, such as a hard disk, is good, and fluctuation of an exchange anisotropy field (switched connection magnetic field) by temperature change can obtain few outstanding spin bulb mold thin film magnetic cells. Since blocking temperature will be able to become high and an antiferromagnetism layer can be made to generate a big exchange anisotropy field by forming an antiferromagnetism layer with the above-mentioned alloy further again, the magnetization direction of a fixed magnetic layer is firmly fixable. [0030] Moreover, in the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, it is good also as what is characterized by considering as a ferrimagnetism condition that sense of magnetization differs 180 degrees in the ferromagnetic layers by which at least one side of said fixed magnetic layer and said free magnetic layer was divided and divided by two through a nonmagnetic interlayer. [0031] When it considers as a spin bulb mold thin film magnetic cell by which a fixed magnetic layer was divided by two through the nonmagnetic middle class at least, among fixed magnetic layers divided by two, one side bears a role which fixes a fixed magnetic layer of another side in the proper direction, and becomes possible [maintaining a condition of a fixed magnetic layer at the condition of having been stabilized dramatically]. On the other hand, when a free magnetic layer is divided by two through the nonmagnetic middle class and considers as a spin bulb mold thin film magnetic cell at least, a switched connection magnetic field occurs among the free magnetic layers divided by two, and it considers as a ferrimagnetism condition, and can be reversed with sufficient sensitivity to an external magnetic field. [0032] Moreover, as for said antiferromagnetism layer, in the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, it is desirable that it is the alloy which consists of the following empirical formula. $XmMn100-m$, however X are at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, and the Os(es), and m which shows a presentation ratio is $m \leq 48$ atom % ≤ 60 atom %. [0033] Moreover, as for said antiferromagnetism layer, it is desirable that it is the alloy which consists of the following empirical formula.

$XmMn100-m$, however X are at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, and

the Os(es), and m which shows a presentation ratio is $m \leq 48 \text{ atom } \% \leq 58 \text{ atom } \%$. [0034] Furthermore, as for said bias layer, in the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, it is desirable that it is the alloy which consists of the following empirical formula. $X_m\text{Mn}100-m$, however X are at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, and the Os(es), and m which shows a presentation ratio is $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 60 \text{ atom } \%$. [0035] Moreover, in the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, said antiferromagnetism layer may be an alloy which consists of the following empirical formula. $\text{Pt}_m\text{Mn}100-m-\text{nZn}$, however Z are at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Rh, Ru, Ir, and the Os(es), and m and n which show a presentation ratio are $48 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. More desirable presentation ratios are $48 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 58 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [0036] In the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, said bias layer may be an alloy which consists of the following empirical formula further again. $\text{Pt}_m\text{Mn}100-m-\text{nZn}$, however Z are at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Rh, Ru, Ir, and the Os(es), and m and n which show a presentation ratio are $52 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [0037] Moreover, in the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, said antiferromagnetism layer may be an alloy which consists of the following empirical formula. $\text{Pt}_q\text{Mn}100-q-\text{jLj}$, however L are at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and q and j which show a presentation ratio are $48 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. q and j which show a presentation ratio more preferably are $48 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 58 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [0038] Moreover, in the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, said bias layer may be an alloy which consists of the following empirical formula. $\text{Pt}_q\text{Mn}100-q-\text{jLj}$, however L are at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and q and j which show a presentation ratio are $52 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [0039] When making the same especially a presentation of an alloy which constitutes an antiferromagnetism layer and a bias layer in the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, combination of ** of a degree - ** is desirable. ** That is, it is desirable that it is the case where a presentation ratio of an alloy which constitutes an antiferromagnetism layer and a bias layer is the following. $X_m\text{Mn}100-m$, however X are at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es), and m which shows a presentation ratio is $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 58 \text{ atom } \%$. Moreover, it is more desirable that m which shows a presentation ratio of the above-mentioned antiferromagnetism layer and a bias layer is $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 56.5 \text{ atom } \%$. [0040] ** It is desirable that it is the case where a presentation ratio of an alloy which constitutes an antiferromagnetism layer and a bias layer is the following again. $\text{Pt}_q\text{Mn}100-q-\text{jLj}$, however L are at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and q and j which show a presentation ratio are $52 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 58 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. Moreover, it is more desirable that q which shows a presentation ratio of the above-mentioned antiferromagnetism layer and a bias layer, and j are $52 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 56.5 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [0041] ** It is desirable that it is the case where a presentation ratio of an alloy which constitutes an antiferromagnetism layer and a bias layer is the following again. $\text{Pt}_m\text{Mn}100-m-\text{nZn}$, however Z are at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Rh, Ru, Ir, and the Os(es), and

m and n which show a presentation ratio are $52 \text{ atom } \% \leq m + n \leq 58 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. Moreover, it is desirable that m which shows a presentation ratio of the above-mentioned antiferromagnetism layer and a bias layer, and n are $52 \text{ atom } \% \leq m + n \leq 56.5 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [0042] Moreover, when making presentations of an alloy which constitutes an antiferromagnetism layer and a bias layer differ, combination of ** of a degree - ** is desirable. A bias layer is expressed with empirical formula X_mMn_{100-m} . ** Namely, X While it is at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es) and m which shows a presentation ratio is the alloy of $52 \text{ atom } \% \leq m \leq 60 \text{ atom } \%$ It is desirable that an antiferromagnetism layer is expressed with empirical formula X_mMn_{100-m} , X is at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es), and m which shows a presentation ratio is the alloy of $48 \text{ atom } \% \leq m \leq 58 \text{ atom } \%$. Moreover, it is more desirable that m which shows a presentation ratio of an antiferromagnetism layer is $m \leq m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 55.2 \text{ atom } \%$ or $56.5 \text{ atom } \% \leq 60 \text{ atom } \%$. [0043] ** A bias layer is expressed with empirical formula $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$ again. L is at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s). While being the alloy of $52 \text{ atom } \% \leq q + j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $0.2 \text{ atom } \% \leq j \leq 10 \text{ atom } \%$, q and j which show a presentation ratio An antiferromagnetism layer is expressed with empirical formula $Pt_qMn_{100-q-j}L_j$. L It is desirable that it is at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and q which shows a presentation ratio, and j are the alloys of $48 \text{ atom } \% \leq q + j \leq 58 \text{ atom } \%$ and $0.2 \text{ atom } \% \leq j \leq 10 \text{ atom } \%$. Moreover, it is more desirable that q which shows a presentation ratio of an antiferromagnetism layer, and j are $52 \text{ atom } \% \leq q + j \leq 55.2 \text{ atom } \%$, $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$ or $56.5 \text{ atom } \% \leq q + j \leq 60 \text{ atom } \%$, and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [0044] ** A bias layer is expressed with empirical formula $Pt_mMn_{100-m-n}Zn$ again. While Z is at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es) and m and n which show a presentation ratio are the alloy of $52 \text{ atom } \% \leq m + n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $0.2 \text{ atom } \% \leq n \leq 40 \text{ atom } \%$ An antiferromagnetism layer is expressed with empirical formula $Pt_mMn_{100-m-n}Zn$. Z It is desirable that it is at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es), and m which shows a presentation ratio, and n are the alloys of $48 \text{ atom } \% \leq m + n \leq 58 \text{ atom } \%$ and $0.2 \text{ atom } \% \leq n \leq 40 \text{ atom } \%$. Moreover, it is more desirable that m which shows a presentation ratio of an antiferromagnetism layer, and n are $52 \text{ atom } \% \leq m + n \leq 55.2 \text{ atom } \%$, $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$ or $56.5 \text{ atom } \% \leq m + n \leq 60 \text{ atom } \%$, and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [0045] On a substrate said technical problem Furthermore, an antiferromagnetism layer, a fixed magnetic layer, and a nonmagnetic conductive layer, A process which carries out the laminating of a free magnetic layer and the bias layer one by one, and forms a layered product, Impressing the 1st magnetic field which is the direction which intersects perpendicularly with the truck cross direction to said layered product While heat-treating at the 1st heat treatment temperature, making said antiferromagnetism layer and a bias layer generate an exchange anisotropy field and fixing magnetization of said fixed magnetic layer and said free magnetic layer in the same direction A process which makes size an exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer rather than an exchange anisotropy field of said bias layer, Impressing the 2nd larger magnetic field smaller than an exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer than an exchange anisotropy field of said bias layer crosswise [truck

] A process which heat-treats at the 2nd heat treatment temperature higher than said 1st heat treatment temperature, and gives a bias magnetic field of a direction which intersects the magnetization direction of said fixed magnetic layer at said free magnetic layer, While removing said a part of bias layer and forming a crevice of width of face near the width of recording track It is solvable by the manufacture method of a spin bulb mold thin film magnetic cell characterized by having a process which forms a truck slot of width of face equivalent to the width of recording track in said free magnetic layer located under this crevice, and a process which forms a conductive layer for giving detection current on said bias layer. [0046] In a manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, it is desirable to use an alloy which contains at least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s) and Mn in said antiferromagnetism layer and said bias layer. Moreover, as for said 1st heat treatment temperature, in a manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, it is desirable that it is the range of 220 degrees C - 240 degrees C. a manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell further again -- setting -- said 2nd heat treatment -- as for temperature, it is desirable that it is the range of 250 degrees C - 270 degrees C. [0047] Drawing 17 is the graph which showed relation of a heat treatment temperature of an antiferromagnetism layer and an exchange anisotropy field in a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell and a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell. It was already discovered at 200 degrees C, and an exchange anisotropy field of an antiferromagnetism layer (** mark) of a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell with a near (or an antiferromagnetism layer has been arranged under a fixed magnetic layer) distance of an antiferromagnetism layer and a substrate is over 600 (Oe) near 240 degree C so that clearly from drawing 17 . On the other hand, it was discovered near 240 degree C, and an exchange anisotropy field of an antiferromagnetism layer (< > mark) of a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell with a distance of an antiferromagnetism layer and a substrate further (or an antiferromagnetism layer has been arranged on a fixed magnetic layer) than a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell is over 600 (Oe) at last in near about 260 degree C. [0048] Thus, distance of an antiferromagnetism layer and a substrate is near (). Or an antiferromagnetism layer of a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell by which an antiferromagnetism layer has been arranged under a fixed magnetic layer As compared with a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell with a distance of an antiferromagnetism layer and a substrate further (or an antiferromagnetism layer has been arranged on a fixed magnetic layer) than a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell, it turns out that a high exchange anisotropy field is obtained at a comparatively low heat treatment temperature. [0049] A spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention is a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell with a near distance of an antiferromagnetism layer and a substrate, and a bias layer formed of construction material used for said antiferromagnetism layer and same construction material is arranged in a location more distant than an antiferromagnetism layer from a substrate. Moreover, as for a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell with a near distance of an antiferromagnetism layer and a substrate, an antiferromagnetism layer is arranged under a fixed magnetic layer, and, as for a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell with a distance of an antiferromagnetism layer and a substrate further than a bottom product mold spin bulb

mold thin film magnetic cell, an antiferromagnetism layer is arranged on a fixed magnetic layer. [0050] Therefore, in a manufacture method of a spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention, when the aforementioned layered product is heat-treated at the 1st heat treatment temperature (220-240 degrees C), impressing the 1st magnetic field, an exchange anisotropy field arises in an antiferromagnetism layer and a bias layer, and the magnetization direction of a fixed magnetic layer and a free magnetic layer is fixed in the same direction. Moreover, an exchange anisotropy field of an antiferromagnetism layer becomes more than 600 (Oe), an exchange anisotropy field of a bias layer becomes below 100 (Oe), and an exchange anisotropy field of an antiferromagnetism layer becomes large. Next, if the aforementioned layered product is heat-treated at the 2nd heat treatment temperature (250-270 degrees C), impressing the 2nd magnetic field of a direction which intersects perpendicularly with the 1st magnetic field, an exchange anisotropy field of a bias layer will become more than 600 (Oe), and will become larger than an exchange anisotropy field of a bias layer generated in previous heat treatment. Therefore, the magnetization direction of a free magnetic layer turns into a direction which crosses to the 1st magnetic field. [0051] If it is made smaller than an exchange anisotropy field of an antiferromagnetism layer which generated the 2nd magnetic field in previous heat treatment at this time, even if the 2nd magnetic field is impressed to an antiferromagnetism layer, it will become possible for an exchange anisotropy field of an antiferromagnetism layer not to deteriorate and to keep the magnetization direction of a fixed magnetic layer fixed. By this, the magnetization direction of a fixed magnetic layer and the magnetization direction of a free magnetic layer can be carried out in the crossing direction. [0052] therefore, by manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell Alloys, such as a PtMn alloy excellent in thermal resistance, are used not only for an antiferromagnetism layer but for a bias layer. An exchange anisotropy field which arranges the magnetization direction of a free magnetic layer with a bias layer in the direction which crosses to the magnetization direction of a fixed magnetic layer can be generated without having an adverse effect in the magnetization direction of a fixed magnetic layer. Since the magnetization direction of a free magnetic layer can be arranged in the direction which crosses to the magnetization direction of a fixed magnetic layer, it becomes possible to offer a spin bulb mold thin film magnetic cell excellent in thermal resistance and the symmetric property of a regenerative-signal wave. [0053] Moreover, a manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell Since it is the method of carrying out the laminating of an antiferromagnetism layer, a fixed magnetic layer, a nonmagnetic conductive layer, a free magnetic layer, and the bias layer one by one, forming a layered product on a substrate, and heat-treating said layered product Like [when face forming said layered product, atmospheric air is not made to be touched with a front face of each class formed between said substrates and said bias layers and a front face of said each class touches atmospheric air] Since it is not necessary to form a layer on it after cleaning a front face which touched atmospheric air by ion milling or reverse spatter, it can manufacture easily. Moreover, repeatability can consider as a good manufacture method. Furthermore, since it is necessary to clean a front face of said each class neither by ion milling nor reverse spatter, contamination by reattachment object, an adverse effect to generating of an exchange anisotropy field by turbulence of a surface crystallized state, etc. can be made into an outstanding manufacture method which inconvenience resulting from cleaning does not produce. [0054] moreover, by manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic

cell While removing said a part of bias layer and forming a crevice of width of face near the width of recording track Since a truck slot of width of face equivalent to the width of recording track is formed in said free magnetic layer located under this crevice Since a bias layer does not remain in a pars basilaris ossis occipitalis of said truck slot even when dispersion is in thickness of said bias layer, the width of recording track can be demarcated with a sufficient precision, and a spin bulb mold thin film magnetic cell which can respond to high recording density-ization can be obtained. Moreover, since it is easy to remove a bias layer thoroughly, it can manufacture easily. [0055] Moreover, the thin film magnetic head of this invention is characterized by coming to prepare the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell for a slider. By considering as such the thin film magnetic head, it excels in endurance and thermal resistance, and can consider as the thin film magnetic head from which sufficient exchange anisotropy field is obtained. [0056] [Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of the spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention is explained in detail with reference to a drawing. [Operation gestalt of ** 1st] drawing 1 is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb mold thin film magnetic cell which is the 1st operation gestalt of this invention from an opposed face side with a record medium, and drawing 6 and drawing 7 are drawings having shown the thin film magnetic head equipped with the spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention. A shield layer is formed in the upper and lower sides of the spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention through a gap layer, and GMR head h1 for playback is constituted from a spin bulb mold thin film magnetic cell, a gap layer, and a shield layer. In addition, the laminating of the inductive head h2 for record may be carried out to GMR head h1 for said playback. [0057] It is possible to be prepared in 151d of trailing side edge sections of a slider 151 with an inductive head h2, to constitute the thin film magnetic head 150, and to detect the record magnetic field of magnetic-recording data medium, such as a hard disk, as GMR head h1 which comes to provide this spin bulb mold thin film magnetic cell is shown in drawing 6 . In addition, in drawing 1 , the migration direction of magnetic-recording data medium is a graphic display Z direction, and the direction of the leak magnetic field from magnetic-recording data medium is the direction of Y. [0058] The thin film magnetic head 150 shown in drawing 6 is constituted considering GMR head h1 and inductive head h2 with which 151d of end faces of a slider 151 and a slider 151 was equipped as a subject. A sign 155 shows the leading side which is the upstream of the migration direction of magnetic-recording data medium of a slider 151, and the sign 156 shows the trailing side. Rails 151a, 151a, and 151b are formed in the data-medium opposed face 152 of this slider 151, and it is made into the Ayr grooves 151c and 151c between each rails at it. [0059] As shown in drawing 7 , GMR head h1 consists of [layer / 164 / the lower shield layer 163 which consists of a magnetic alloy formed on 151d of end faces of a slider 151, the lower gap layer 164 by which the laminating was carried out to the lower shield layer 163, the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 exposed from the data-medium opposed face 152, a spin bulb mold thin film magnetic cell 1, and / lower gap] wrap up shield layers 167 in a wrap up gap layer 166 and an up gap layer 166. The up shield layer 167 is considered as combination with the lower core layer of an inductive head h2. [0060] The inductive head h2 consists of up core layers 178 which are joined to the wrap up insulating layer 177 and the gap layer 174 in the lower core layer (up shield layer) 167, the gap layer 174 by which the laminating was carried out to the lower core layer 167, a coil 176, and a coil 176, and are joined to the lower core layer 167 in

a coil 176 side. The coil 176 is patternized so that it may become spiral superficially. moreover, the coil 176 -- end face section 178b of the up core layer 178 is mostly connected to the lower core layer 167 magnetically in a part for a center section. Moreover, the laminating of the protective layer 179 which consists of an alumina etc. is carried out to the up core layer 178. [0061] An antiferromagnetism layer, a fixed magnetic layer, a nonmagnetic conductive layer, and the free magnetic layer of the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 shown in drawing 1 are the formed so-called bottom product type of single spin bulb mold thin film magnetic cells every much more. Moreover, the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 of this example arranges the magnetization direction of a free magnetic layer in the direction which crosses to the magnetization direction of a fixed magnetic layer with an exchange bias method. Since said exchange bias method has an insensible field, control of the effective width of recording track is a method suitable for a spin bulb mold thin film magnetic cell with the narrow width of recording track corresponding to high density record as compared with a difficult hard bias method. [0062] In drawing 1, Sign K shows the substrate. On this substrate K, the substrate insulating layer 200 and the lower shield layer 163 which consist of aluminum 2O3 etc., the lower gap layer 164, and the antiferromagnetism layer 2 are formed. Furthermore, the fixed magnetic layer 3 is formed on said antiferromagnetism layer 2, the nonmagnetic conductive layer 4 is formed on this fixed magnetic layer 3, and the free magnetic layer 5 is further formed on said nonmagnetic conductive layer 4. Said free magnetic layer 5 has slot 5B by which truck slot 5A of the same width of face as the width of recording track Tw was prepared in the field of the direction where the fixed magnetic layer 3 is arranged, and an opposite hand, or said field of Substrate K and an opposite hand, and the flat parts 5C and 5C of the both sides. Said bias layers 6 and 6 are formed on flat part 5C of said free magnetic layer 5, and 5C, and conductive layers 8 and 8 are formed on said bias layers 6 and 6. [0063] Said substrate K is formed with non-magnetic material, such as aluminum2O3-TiC system ceramics. [0064] Said antiferromagnetism layer 2 consists of an alloy containing at least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and Mn. The antiferromagnetism layer 2 which consists of these alloys has the feature of excelling in thermal resistance and corrosion resistance. [0065] As for said especially antiferromagnetism layer 2, it is desirable that it is the alloy which consists of the following empirical formula. $XmMn100-m$, however X are at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es), and m which shows a presentation ratio is $m \leq 48 \text{ atom } \% \leq 60 \text{ atom } \%$. m which shows a more desirable presentation ratio is $m \leq 48 \text{ atom } \% \leq 58 \text{ atom } \%$. [0066] Furthermore, said antiferromagnetism layer 2 may be an alloy which consists of the following empirical formula. $PtmMn100-m-nZn$, however Z are at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es), and m and n which show a presentation ratio are $48 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. m and n which show a more desirable presentation ratio are $48 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 58 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [0067] Moreover, said antiferromagnetism layer 2 may be an alloy which consists of the following empirical formula. $PtqMn100-q-jLj$, however L are at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and q and j which show a presentation ratio are $48 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. Moreover, q and j which show a more desirable presentation ratio are $48 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 58 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [0068] Said fixed

magnetic layer 3 is formed with for example, Co film, the NiFe alloy, the CoNiFe alloy, the CoFe alloy, the CoNi alloy, etc. The fixed magnetic layer 3 shown in drawing 1 is formed in contact with the antiferromagnetism layer 2, and is magnetized by performing heat treatment among a magnetic field by the exchange anisotropy field by the switched connection generated in the interface of said fixed magnetic layer 3 and said antiferromagnetism layer 2. The magnetization direction of said fixed magnetic layer 3 is being fixed in the direction of graphic display Y, i.e., the direction which separates from a record medium, (the height direction). [0069] Moreover, as for said nonmagnetic conductive layer 4, it is desirable to be formed with nonmagnetic electric conduction films, such as Cu. [0070] Moreover, as for said free magnetic layer 5, it is desirable to be formed with the same construction material as said fixed magnetic layer 3 etc. Said free magnetic layer 5 is magnetized by the bias magnetic field from the bias layer 6, and the magnetization direction is arranged in graphic display X1 direction, the opposite direction, i.e., the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3, and the crossing direction. When said free magnetic layer 5 is single-domain-ized by said bias layer 6, generating of a Barkhausen noise is prevented. [0071] Said bias layer 6 like said antiferromagnetism layer 2 At least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), It consists of an alloy containing Mn, an exchange anisotropy field is discovered by heat treatment among a magnetic field in an interface with the free magnetic layer 5, and the free magnetic layer 5 is magnetized in the fixed direction. And the bias layer 6 which consists of these alloys has the feature of excelling in thermal resistance and corrosion resistance. [0072] As for said especially bias layer 6, it is desirable that it is the alloy which consists of the following empirical formula. $XmMn_{100-m}$, however X are at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es), and m which shows a presentation ratio is $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 60 \text{ atom } \%$. [0073] Furthermore, the bias layer 6 may be an alloy which consists of the following empirical formula. $PtmMn_{100-m-n}Zn$, however Z are at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Ir, Rh, Ru, Os, Au, Ag, Cr, and the nickel, and m and n which show a presentation ratio are $52 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [0074] Moreover, the bias layer 6 may be an alloy which consists of the following empirical formula. $PtqMn_{100-q-j}Lj$, however L are at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and q and j which show a presentation ratio are $52 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [0075] Moreover, as for said conductive layers 8 and 8, being formed by Au, W, Cr, Ta, etc. is desirable. [0076] In this spin bulb mold thin film magnetic cell 1, if the stationary current is given to the free magnetic layer 5, the nonmagnetic conductive layer 4, and the fixed magnetic layer 3 from conductive layers 8 and 8 and the leakage magnetic field from magnetic-recording data medium it runs to a graphic display Z direction is given in the direction of graphic display Y, the magnetization direction of said free magnetic layer 5 will be changed towards the direction of graphic display Y from the direction of graphic display X, and an opposite direction. Electric resistance changes by the relation between fluctuation of the magnetization direction within this free magnetic layer 5, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3, and the leakage magnetic field from magnetic-recording data medium is detected by the voltage change based on this resistance change. [0077] Next, the manufacture method of the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 of this invention is explained. This manufacture method is made by the location of the antiferromagnetism layer 2 in the spin bulb

mold thin film magnetic cell 1, and the bias layers 6 and 6 using the magnitude of the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 generated by heat treatment and the bias layers 6 and 6 being different, fixes the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 by heat treatment of the 1st time, and arranges the magnetization direction of the free magnetic layer 5 by the 2nd heat treatment. [0078] namely, by the manufacture method of the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 of this invention On Substrate K, the antiferromagnetism layer 2, the fixed magnetic layer 3, and the nonmagnetic conductive layer 4, Impressing the 1st magnetic field which is the width-of-recording-track T_w direction and the direction which intersects perpendicularly to said layered product a1, after forming the layered product a1 which carries out the laminating of the free magnetic layer 5 and the bias layer 6 one by one, and is shown in drawing 2 While heat-treating at the 1st heat treatment temperature, making said antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 generate an exchange anisotropy field and fixing magnetization of said fixed magnetic layer 3 and said free magnetic layer 5 in the same direction Let the exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer 2 be size rather than the exchange anisotropy field of said bias layer 6. [0079] Subsequently, impressing the 2nd larger magnetic field smaller than the exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer 2 than the exchange anisotropy field of said bias layer 6 in the width-of-recording-track T_w direction, it heat-treats at the 2nd heat treatment temperature higher than said 1st heat treatment temperature, and the bias magnetic field of the magnetization direction of said fixed magnetic layer 3 and the crossing direction is given to said free magnetic layer 5. [0080] Furthermore, as shown in drawing 3, the width of face near the width of recording track T_w is opened on said heat-treated layered product a1, and the mask 250 by a resist etc. is formed. Furthermore, as shown in drawing 4, while removing said a part of bias layer 6 and forming crevice 6A of the width of face near the width of recording track T_w by ion milling etc., truck slot 5A is formed in said free magnetic layer 5 located under this crevice 6A, and the masks 250, such as a resist, are removed. [0081] As for said truck slot 5A, it is desirable to be formed so that it may become the width of recording track T_w and the same width of face. Moreover, as for said truck slot 5A, it is desirable to be formed by depth 5H [about 10-50A]. When dispersion is that depth 5H of said truck slot 5A are less than about 10A in the thickness of the bias layer 6, for example, since there is a possibility that all the bias layers 6 that should be removed may not be removed, but the bias layer 6 may remain in pars-basilaris-occipitalis 5D of truck slot 5A, it is not desirable. On the other hand, since it becomes it easy to produce dispersion in the free magnetic layer 5 by dispersion in the etching depth, such as ion milling, to be depth 5H to which said truck slot 5A exceeds about 50A, it is not desirable. [0082] Subsequently, as shown in drawing 5, the lift-off resist 251 is formed so that it may run aground to a part of flat part of crevice 6A, truck slot 5A, and the bias layer 6. Furthermore, while forming conductive layer 8a in the front face of the lift-off resist 251, a conductive layer 8 is formed in the flat part which the bias layer 6 has exposed. Then, clearance of the lift-off resist 251 obtains the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 by which the conductive layers 8 and 8 which give detection current to said free magnetic layer 5 were formed on said bias layer 6 like drawing 1. [0083] Next, the relation between the heat treatment temperature of an antiferromagnetism layer and an exchange anisotropy field is explained in detail with reference to drawing 17, drawing 19, and drawing 20. < > mark which ** mark shown in drawing 17 showed the heat treatment dependency of the exchange anisotropy field of the bottom product mold single spin bulb thin

film magnetic cell which has arranged the antiferromagnetism layer between a substrate and a free magnetic layer, and was shown in drawing 17 shows the heat treatment dependency of the exchange anisotropy field of the top mold single spin bulb thin film magnetic cell which has arranged the antiferromagnetism layer in the location which is distant from a substrate from a free magnetic layer. Therefore, the antiferromagnetism layer of the top mold single spin bulb thin film magnetic cell of < > mark will be prepared in the location distant from the substrate rather than the antiferromagnetism layer of the bottom product mold single spin bulb thin film magnetic cell of ** mark. [0084] The top mold spin bulb mold thin film magnetic cell specifically shown by < > mark shown in drawing 17 As shown in drawing 19 , on the Si substrate K aluminum 2O3 The substrate insulating layer 200, Ta which consist of (1000) The substrate layer 210, NiFe alloy (70) which consist of (50) And it is the thing of a configuration of having been formed in order of the free magnetic layer 5 which consists of two-layer [of Co (10)], the nonmagnetic conductive layer 4 which consists of Cu (30), the fixed magnetic layer 3 which consists of Co (25), the antiferromagnetism layer 2 which consists of Pt55.4Mn44.6 (300), and the protective layer 220 which consists of Ta (50). [0085] Moreover, the bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell shown by ** mark shown in drawing 17 As shown in drawing 20 , on the Si substrate K The substrate insulating layer 200 which consists of aluminum 2O3 (1000), the substrate layer 210 which consists of Ta (30), the antiferromagnetism layer 2 which consists of Pt55.4Mn44.6 (300), the fixed magnetic layer 3 which consists of Co (25), the nonmagnetic conductive layer 4 which consists of Cu (26), Co (10) And it is the thing of a configuration of having been formed in order of the free magnetic layer 5 which consists of two-layer [of a NiFe alloy (70)], and the protective layer 220 which consists of Ta (50). In addition, the inside of a parenthesis shows the thickness of each class, and an unit is angstrom. [0086] Moreover, the top mold spin bulb mold thin film magnetic cell shown by < > mark shown in drawing 17 is arranged at the fixed magnetic layer 3 upside, and the free magnetic layer 5, the nonmagnetic conductive layer 4, and the fixed magnetic layer 3 are pinched between Substrate K and the antiferromagnetism layer 2, and it is formed in it. The bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell shown on the other hand by ** mark shown in drawing 17 is arranged at the fixed magnetic layer 3 bottom, and the fixed magnetic layer 3, the nonmagnetic conductive layer 4, and the free magnetic layer 5 are not formed between Substrate K and the antiferromagnetism layer 2. [0087] As shown in drawing 17 , if the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 (Pt55.4Mn44.6) shown by ** mark passes over 220 degrees C, and begins to go up and 240 degrees C is exceeded, it will become 700 (Oe) degrees and will become fixed. Moreover, the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 (Pt54.4Mn45.6) shown by < > mark passes over 240 degrees C, goes up, and if it exceeds 260 degrees C, it will become fixed exceeding 600 (Oe). Thus, as compared with the antiferromagnetism layer 2 (< > mark) arranged in the location which separated from the substrate the antiferromagnetism layer 2 (** mark) arranged in the location near a substrate, it turns out that a high exchange anisotropy field is obtained at a comparatively low heat treatment temperature. [0088] The manufacture method of the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 of this invention uses the property of the antiferromagnetism layer mentioned above. That is, the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 of this invention is the bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell 1 with a near (or the antiferromagnetism layer has been arranged under a fixed magnetic layer) distance of the

antiferromagnetism layer 2 and Substrate K, and the bias layer 6 formed with the alloy used for said antiferromagnetism layer 2 and the same alloy is arranged in the location more distant than the antiferromagnetism layer 2 from Substrate K. [0089] When the aforementioned layered product a1 is heat-treated at the 1st heat treatment temperature (220-240 degrees C), following, for example, impressing the 1st magnetic field to said layered product a1, an exchange anisotropy field arises in the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 and the free magnetic layer 5 is fixed in the same direction. Moreover, the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 becomes more than 600 (Oe), the exchange anisotropy field of the bias layer 6 becomes below 100 (Oe), and the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 becomes large. Next, if said layered product a1 is heat-treated at the 2nd heat treatment temperature (250-270 degrees C), impressing the 2nd magnetic field of the direction which intersects perpendicularly with the 1st magnetic field, the exchange anisotropy field of the bias layer 6 will become more than 600 (Oe), and will become larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6 generated in previous heat treatment. Therefore, the magnetization direction of the free magnetic layer 5 turns into a direction which crosses to the 1st magnetic field. [0090] If it is made smaller than the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 which generated the 2nd magnetic field in previous heat treatment at this time, even if the 2nd magnetic field is impressed to the antiferromagnetism layer 2, it will become possible for the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 not to deteriorate, and to keep the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 fixed. By this, the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 and the magnetization direction of the free magnetic layer 5 can be carried out in the crossing direction. [0091] As for the 1st heat treatment temperature, it is desirable to consider as the range of 220 degrees C - 240 degrees C. Since the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 will become that the 1st heat treatment temperature is less than 220 degrees C below 200 (Oe), and magnetization of the fixed magnetic layer 3 will not become high but the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 will be magnetized in the same direction as the magnetization direction of the free magnetic layer 5 by 2nd heat treatment, it is not desirable. Since it is no longer arranged in the direction which the exchange anisotropy field of the bias layer 6 will become large if the 1st heat treatment temperature exceeds 240 degrees C, it will be hard coming to move on the other hand if magnetization of the free magnetic layer 5 does not apply a strong magnetic field, and crosses the magnetization direction of said free magnetic layer 5 to the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 at the time of the 2nd heat treatment, it is not desirable. Moreover, since the range of 230 degrees C - 240 degrees C, then the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 can be carried out for the 1st heat treatment temperature to more than 400 (Oe) and the exchange anisotropy field of the fixed magnetic layer 3 can be enlarged, it is more desirable. [0092] As for the 2nd heat treatment temperature, it is desirable to consider as the range of 250 degrees C - 270 degrees C. Since it becomes impossible to carry out the exchange anisotropy field of the bias layer 6 to the 2nd heat treatment temperature being less than 250 degrees C more than 400 (Oe) and it becomes impossible to enlarge the vertical bias magnetic field of the free magnetic layer 5, it is not desirable. Moreover, since it becomes impossible to arrange the magnetization direction of the free magnetic layer 5 fixed by the 1st heat treatment in the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3, and the crossing direction, it is not

desirable. On the other hand, even if the 2nd heat treatment temperature exceeds 270 degrees C, since the exchange anisotropy field of the bias layer 6 becomes fixed, and does not increase but causes deterioration of the magneto-resistive effect by the thermal diffusion in a layer interface etc., it is not desirable any longer. [0093] Moreover, by adjusting the presentation of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 to a suitably different presentation, it is more large and the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 6 which may be after the 1st heat treatment can also be made into a condition desirable for the 2nd heat treatment which an exchange anisotropy field hardly generates in the bias layer 6 after the 1st heat treatment so that it may be suggested from drawing 18 . [0094] Next, the relation of the presentation and exchange anisotropy field of an antiferromagnetism layer in case heat treatment temperature is 245 degrees C or 270 degrees C is explained in detail with reference to drawing 18 . The graphic display ** mark and ** mark show the relation of the presentation and exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer of a top (or antiferromagnetism layer has been arranged on fixed magnetic layer) mold single spin bulb thin film magnetic cell which have arranged the antiferromagnetism layer in the location which is distant from a substrate from a free magnetic layer, and the graphic display ** mark heat-treats 270 degrees C and the graphic display ** mark at 245 degrees C. The graphic display O mark and - mark show the relation of the presentation and exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer of a bottom product (or antiferromagnetism layer has been arranged under fixed magnetic layer) mold single spin bulb thin film magnetic cell which have arranged the antiferromagnetism layer between a substrate and a free magnetic layer, and the graphic display O mark heat-treats 270 degrees C and the graphic display - mark at 245 degrees C. [0095] The top mold spin bulb mold thin film magnetic cell shown by ** mark and ** mark specifically As shown in drawing 19 , on the Si substrate K aluminum 2O3 The substrate insulating layer 200, Ta which consist of (1000) The substrate layer 210, NiFe alloy (70) which consist of (50) And it is the thing of a configuration of having been formed in order of the free magnetic layer 5 which consists of two-layer [of Co (10)], the nonmagnetic conductive layer 4 which consists of Cu (30), the fixed magnetic layer 3 which consists of Co (25), the antiferromagnetism layer 2 which consists of PtMnt (300), and the protective layer 220 which consists of Ta (50). [0096] On the other hand, the bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell shown by O mark and - mark As shown in drawing 20 , on the Si substrate K The substrate insulating layer 200 which consists of aluminum 2O3 (1000), the substrate layer 210 which consists of Ta (30), the antiferromagnetism layer 2 which consists of PtMnt (300), the fixed magnetic layer 3 which consists of Co (25), the nonmagnetic conductive layer 4 which consists of Cu (26), Co (10) And it is the thing of a configuration of having been formed in order of the free magnetic layer 5 which consists of two-layer [of a NiFe alloy (70)], and the protective layer 220 which consists of Ta (50). In addition, the inside of a parenthesis shows the thickness of each class, and an unit is angstrom. [0097] By the manufacture method of the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 of this invention, the property of the antiferromagnetism layer of the bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 18 and a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell is used. That is, as for the presentation range of the alloy used for the antiferromagnetism layer 2 in the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 of this invention which is a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell, it is desirable to suppose that it is the same as that of the antiferromagnetism layer of the bottom product mold spin bulb

mold thin film magnetic cell shown in drawing 18 , and, as for the presentation range of the alloy used for said bias layer 6, it is desirable to suppose that it is the same as that of the antiferromagnetism layer of the top [0098] moreover, when said antiferromagnetism layer 2 is used as the alloy which consists of $XmMn100-m$ (however, X -- at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es)), it is desirable the antiferromagnetism layer of a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell, and here that m which shows a presentation ratio is $m \leq 48 \text{ atom } \% \leq 60 \text{ atom } \%$, so that clearly from drawing 18 . When m exceeds under 48 atom % or more than 60 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $XmMn100-m$ / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C. That is, since it stops showing an one direction switched connection magnetic field, it is not desirable. [0099] Moreover, the more desirable range of m is $m \leq 48 \text{ atom } \% \leq 58 \text{ atom } \%$. When m exceeds under 48 atom % or more than 58 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $XmMn100-m$ / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C. That is, since it stops showing an one direction switched connection magnetic field (exchange anisotropy field), it is not desirable. [0100] moreover, when it is made into $PtmMn100-m-nZn$ (however, Z -- at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es)), the antiferromagnetism layer 2, i.e., said antiferromagnetism layer, of a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell, as for m which shows a presentation ratio, and n, it is desirable that they are $48 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. When m+n exceeds under 48 atom % or 60 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $PtmMn100-m-nZn$ / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. moreover, since the effect which carries out to n being under 0.2 atom % greatly, the facilitatory effect, i.e., the exchange anisotropy field, of regulation-izing of a crystal lattice of an antiferromagnetism layer, does not fully show up, if n exceeds 40 atom % preferably, since an exchange anisotropy field will decrease conversely, it is not desirable. [0101] Moreover, the more desirable range of m+n is $48 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 58 \text{ atom } \%$. When m+n exceeds under 48 atom % or 58 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $PtmMn100-m-nZn$ / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. [0102] Moreover, it is $PtqMn100-q-jLj$ (however, L), the antiferromagnetism layer 2, i.e., said antiferromagnetism layer, of a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell. When it considers as at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), as for q which shows a presentation ratio, and j, it is desirable that they are $48 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. When q+j exceeds under 48 atom % or 60 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $PtqMn100-q-jLj$ / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C. That is, since it stops showing an one direction

switched connection magnetic field, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element L that j is under 0.2 atom %, if j exceeds 10 atom % preferably, since a tropism exchange anisotropy field will fall on the other hand, it is not desirable. [0103] Moreover, the more desirable range of q+j is $48 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 58 \text{ atom } \%$. When q+j exceeds under 48 atom % or 58 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of PtqMn100-q-jLj / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. [0104] when said bias layer 6 is used as the alloy which consists of XmMn100-m (however, X -- at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es)), it is desirable that m which shows a presentation ratio is $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 60 \text{ atom } \%$ the antiferromagnetism layer of a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell, and here, so that clearly from drawing 18 . When m exceeds under 52 atom % or 60 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of XmMn100-m / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. [0105] moreover, when it is made into PtmMn100-m-nZn (however, Z -- at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es)), the antiferromagnetism layer 6, i.e., said bias layer, of a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell, as for m which shows a presentation ratio, and n, it is desirable that they are $52 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. When m+n exceeds under 52 atom % or 60 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of PtmMn100-m-nZn / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. moreover, since the effect which carries out to n being under 0.2 atom % greatly, the facilitatory effect, i.e., the exchange anisotropy field, of regulation-izing of a crystal lattice of an antiferromagnetism layer, does not fully show up, if n exceeds 40 atom % preferably, since an exchange anisotropy field will decrease conversely, it is not desirable. [0106] Moreover, it is PtqMn100-q-jLj (however, L), the antiferromagnetism layer 6, i.e., said bias layer, of a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell. When it considers as at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), as for q which shows a presentation ratio, and j, it is desirable that they are $52 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. When q+j exceeds under 52 atom % or 60 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of PtqMn100-q-jLj / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element L that j is under 0.2 atom %, if j exceeds 10 atom % preferably, since a tropism exchange anisotropy field will fall on the other hand, it is not desirable. [0107] moreover, clear from drawing 18 -- as -- the antiferromagnetism layer of a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell --

here -- said antiferromagnetism layer 2 and the antiferromagnetism layer of a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell -- here -- said bias layer 6 -- XmMn100-m (it Ir(s) and Rh(s) however, X -- Pt and Pd --) When it considers as the alloy which consists of at least one or more sorts of elements of Ru and the Os(es) , it is desirable that m which shows the presentation ratio of said antiferromagnetism layer and said bias layer is $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 58 \text{ atom } \%$. [0108] Even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as m is under 52 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of XmMn100-m which constitutes said bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. When m exceeds 58 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of XmMn100-m which constitutes said antiferromagnetism layer 2 / grid / L10 type-rule], and stops moreover, showing an antiferromagnetism property, even if it performs 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. [0109] Moreover, when said antiferromagnetism layer 2 and said bias layer 6 consider as the alloy which consists of XmMn100-m , it is more desirable that m which shows the presentation ratio of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 is $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 56.5 \text{ atom } \%$. Even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as m is under 52 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of XmMn100-m which constitutes the bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, when m exceeded 56.5 atom % and 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C is performed The difference is small although the exchange anisotropy field by the antiferromagnetism layer 2 becomes larger than the exchange anisotropy field by the bias layer 6. Since the fixed magnetic layer 3 is magnetized in the same direction as magnetization of the free magnetic layer 5 in the case of the 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C or it is hard coming to arrange the magnetization direction of the free magnetic layer 5, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 in the rectangular direction in the case of the 2nd heat treatment, it is not desirable. [0110] Moreover, when said antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 consider as the alloy which consists of XmMn100-m , it is most desirable that m which shows the presentation ratio of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 is $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 55.2 \text{ atom } \%$. Even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as m is under 52 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of XmMn100-m which constitutes the bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, when m exceeded 55.2 atom % and 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C is performed The difference is small although the switched connection magnetic field of the antiferromagnetism layer 2 becomes larger than the switched connection magnetic field of the bias layer 6. Since the fixed magnetic layer 3 is magnetized in the same direction as magnetization of the free magnetic layer 5 in the case of the 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C or it is hard coming to arrange the magnetization

direction of the free magnetic layer 5, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 in the rectangular direction in the case of the 2nd heat treatment, it is not desirable. [0111] Therefore, if the above-mentioned presentation ratio of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 is $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 55.2 \text{ atom } \%$ Since the difference of the switched connection magnetic field of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 becomes large even after the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 becomes larger than the switched connection magnetic field of the bias layer 6 and performs 2nd heat treatment at the time of the 1st heat treatment It is fixed without the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 changing to impression of the signal magnetic field from magnetic-recording data medium, and since the magnetization direction of the free magnetic layer 5 can change smoothly, it is desirable. [0112] moreover, when the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 consider as $\text{PtmMn}100\text{-m-nZn}$ (however, Z -- at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es)), as for m which shows a presentation ratio, and n, it is desirable that they are $52 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 58 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [0113] Even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as $m+n$ is under 52 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $\text{PtmMn}100\text{-m-nZn}$ which constitutes said bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. When $m+n$ exceeds 58 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $\text{PtmMn}100\text{-m-nZn}$ which constitutes said antiferromagnetism layer 2 / grid / L10 type-rule], and stops moreover, showing an antiferromagnetism property, even if it performs 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element Z that n is under 0.2 atom %, if n exceeds 40 atom % preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0114] Moreover, when said antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 consider as the alloy which consists of $\text{PtmMn}100\text{-m-nZn}$, it is more desirable that m which shows a presentation ratio, and n are $52 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 56.5 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [0115] Even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as $m+n$ is under 52 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $\text{PtmMn}100\text{-m-nZn}$ / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, when $m+n$ exceeded 56.5 atom % and 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C is performed The difference is small although the exchange anisotropy field by the antiferromagnetism layer 2 becomes larger than the exchange anisotropy field by the bias layer 6. Since the fixed magnetic layer 3 is magnetized in the same direction as magnetization of the free magnetic layer 5 in the case of the 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C or it is hard coming to arrange the magnetization direction of the free magnetic layer 5, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 in the rectangular direction in the case of the 2nd heat treatment, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element Z that n is under 0.2 atom %, if n

exceeds 40 atom % preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0116] Furthermore, when said antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 consider as the alloy which consists of $\text{PtMn}_{100-m-n}\text{Zn}$, it is more desirable that m which shows a presentation ratio, and n are $52 \text{ atom } \% \leq m + n \leq 55.2 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$.

[0117] Even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as m is under 52 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $\text{PtMn}_{100-m-n}\text{Zn}$ which constitutes the bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, when m + n exceeded 55.2 atom % and 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C is performed The difference is small although the switched connection magnetic field of the antiferromagnetism layer 2 becomes larger than the switched connection magnetic field of the bias layer 6. Since the fixed magnetic layer 3 is magnetized in the same direction as magnetization of the free magnetic layer 5 in the case of the 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C or it is hard coming to arrange the magnetization direction of the free magnetic layer 5, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 in the rectangular direction in the case of the 2nd heat treatment, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element Z that n is under 0.2 atom %, if n exceeds 40 atom % preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0118] Therefore, if the above-mentioned presentation ratio of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 is $52 \text{ atom } \% \leq m + n \leq 55.2 \text{ atom } \%$ and is $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$ Since the difference of the switched connection magnetic field of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 becomes large even after the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 becomes larger than the switched connection magnetic field of the bias layer 6 and performs 2nd heat treatment at the time of the 1st heat treatment It is fixed without the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 changing to impression of the signal magnetic field from magnetic-recording data medium, and since the magnetization direction of the free magnetic layer 5 can change smoothly, it is desirable. [0119] moreover, when the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 consider as $\text{PtqMn}_{100-q-j}\text{Lj}$ (however, L -- at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s)), as for q which shows a presentation ratio, and j, it is desirable that they are $52 \text{ atom } \% \leq q + j \leq 58 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [0120] Even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as q + j is under 52 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $\text{PtqMn}_{100-q-j}\text{Lj}$ which constitutes said bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. When q + j exceeds 58 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $\text{PtqMn}_{100-q-j}\text{Lj}$ which constitutes said antiferromagnetism layer 2 / grid / L10 type-rule], and stops moreover, showing an antiferromagnetism property, even if it performs 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable.

Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element L that j is under 0.2 atom %, if j exceeds 10 atom % preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0121] Moreover, when said antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 consider as the alloy which consists of PtqMn100-q-jLj , it is more desirable that q which shows a presentation ratio, and j are $52 \text{ atom \%} \leq q+j \leq 56.5 \text{ atom \%}$ and $j \leq 0.2 \text{ atom \%} \leq 10 \text{ atom \%}$. [0122] Even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as q+j is under 52 atom %, it is regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of PtqMn100-q-jLj which constitutes said bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, when q+j exceeded 56.5 atom % and 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C is performed The difference is small although the exchange anisotropy field by the antiferromagnetism layer 2 becomes larger than the exchange anisotropy field by the bias layer 6. Since the fixed magnetic layer 3 is magnetized in the same direction as magnetization of the free magnetic layer 5 in the case of the 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C or it is hard coming to arrange the magnetization direction of the free magnetic layer 5, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 in the rectangular direction in the case of the 2nd heat treatment, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element L that j is under 0.2 atom %, if j exceeds 10 atom % preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0123] Furthermore, when said antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 consider as the alloy which consists of PtqMn100-q-jLj , it is more desirable that q which shows a presentation ratio, and j are $52 \text{ atom \%} \leq q+j \leq 55.2 \text{ atom \%}$ and $j \leq 0.2 \text{ atom \%} \leq 10 \text{ atom \%}$. [0124] Even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as q is under 52 atom %, it is regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of PtqMn100-q-jLj which constitutes the bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, when q+j exceeded 55.2 atom % and 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C is performed The difference is small although the switched connection magnetic field of the antiferromagnetism layer 2 becomes larger than the switched connection magnetic field of the bias layer 6. Since the fixed magnetic layer 3 is magnetized in the same direction as magnetization of the free magnetic layer 5 in the case of the 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C or it is hard coming to arrange the magnetization direction of the free magnetic layer 5, and the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 in the rectangular direction in the case of the 2nd heat treatment, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element L that j is under 0.2 atom %, if j exceeds 10 atom % preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0125] Therefore, if the above-mentioned presentation ratio of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 is $52 \text{ atom \%} \leq q+j \leq 55.2 \text{ atom \%}$ and is $j \leq 0.2 \text{ atom \%} \leq 10 \text{ atom \%}$ Since the difference of the switched connection magnetic field of the antiferromagnetism layer

2 and the bias layer 6 becomes large even after the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 becomes larger than the switched connection magnetic field of the bias layer 6 and performs 2nd heat treatment at the time of the 1st heat treatment. It is fixed without the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 changing to impression of the signal magnetic field from magnetic-recording data medium, and since the magnetization direction of the free magnetic layer 5 can change smoothly, it is desirable. [0126] moreover, the antiferromagnetism layer of a bottom product mold spin bulb mold thin film magnetic cell - here, with the presentation of said antiferromagnetism layer 2 the antiferromagnetism layer of a top mold spin bulb mold thin film magnetic cell -- by making the presentations of said bias layer 6 differ here, for example, making [more] Mn concentration of the antiferromagnetism layer 2 than Mn concentration of the bias layer 6. The difference of the switched connection magnetic field of both after the 1st heat treatment can be made more remarkable, and it becomes possible to make more certainly magnetization of the free magnetic layer 5 and the fixed magnetic layer 3 into a rectangular condition after the 2nd heat treatment. Moreover, the difference of the exchange anisotropy field of both antiferromagnetism layer 2 and bias layer 6 who made Mn concentration after the 2nd heat treatment differ can be made still more remarkable, the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 is fixed to impression of the signal magnetic field from magnetic-recording data medium, without changing, and the magnetization direction of the free magnetic layer 5 becomes possible changing smoothly]. [0127] namely, the bias layer 6 -- $XmMn100-m$ (X -- Pt and Pd --) It considers as at least one or more sorts of elements of Ir, Rh, Ru, and the Os(es), and the alloy with which m which shows a presentation ratio consists of $m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 60 \text{ atom } \%$. It is desirable to use the antiferromagnetism layer 2 as the alloy which consists of $XmMn100-m$ (m X indicates at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es) and a presentation ratio to be is $m \leq 48 \text{ atom } \% \leq 58 \text{ atom } \%$). [0128] Even if m which shows the presentation of the bias layer 6 will perform 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C as shown in drawing 18 if it exceeds under 52 atom % or 60 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $XmMn100-m$ which constitutes the bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property. That is, since it stops showing an one direction switched connection magnetic field, it is not desirable. When m which shows the presentation of the antiferromagnetism layer 2 exceeds under 48 atom % or 58 atom %, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $XmMn100-m$ which constitutes the antiferromagnetism layer 2 / grid / L10 type-rule], and stops moreover, showing an antiferromagnetism property, even if it performs 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C. That is, since it stops showing an one direction switched connection magnetic field, it is not desirable. [0129] Therefore, after performing 1st heat treatment with a heat treatment temperature [1st] of 245 degrees C, the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 is larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6. And also after performing 2nd heat treatment whose 2nd heat treatment temperature is 270 degrees C, so that the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 may become larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6. What is necessary is to change each presentation ratio and just to choose from the ranges of the presentation ratio ($m \leq 52 \text{ atom } \% \leq 60 \text{ atom } \%$) of the antiferromagnetism layer 2, and the presentation ratio ($m \leq 48 \text{ atom } \% \leq 58 \text{ atom } \%$) of the bias layer 6. [0130] By choosing respectively the

presentation ratio which fulfills such conditions, and making presentation ranges differ, rather than the case where the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 are formed by the same presentation, the combination which can make remarkable the difference of the switched connection magnetic field of each antiferromagnetism layer 2 and the exchange anisotropy field of the bias layer 6 at the time of the 1st heat treatment and the 2nd heat treatment becomes possible, and the flexibility of layout improves. [0131] Moreover, the magnetization direction of the free magnetic layer 5 and the fixed magnetic layer 3 can be made to cross being able to make the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6, not changing deterioration or the magnetization direction for the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 on the occasion of the 2nd heat treatment on the occasion of the 1st heat treatment, and fixing the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 to it firmly. Furthermore, the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 can be made larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6 after the 2nd heat treatment, to impression of the signal magnetic field from magnetic-recording data medium, it is fixed without the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 changing, and the magnetization direction of the free magnetic layer 5 becomes possible [changing smoothly]. [0132] Another desirable combination of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 the bias layer 6 -- PtmMn100-m-nZn (it Ir(s) Z -- Pd --) m which shows at least one sort or two sorts or more of elements of Rh, Ru, and the Os(es), and a presentation ratio, n considers as the alloy which consists of $52 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$, and it is the antiferromagnetism layer 2 PtmMn100-m-nZn (however, Z) As for m which shows at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Ir, Rh, Ru, and the Os(es), and a presentation ratio, and n, it is desirable to consider as the alloy which consists of $48 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 58 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [0133] When m+n which shows the presentation of the bias layer 6 exceeds under $52 \text{ atom } \%$ or $60 \text{ atom } \%$, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of PtmMn100-m-nZn which constitutes the bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C . That is, since it stops showing an one direction switched connection magnetic field, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element Z that n which shows the presentation of the bias layer 6 is under $0.2 \text{ atom } \%$, if n exceeds $40 \text{ atom } \%$ preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0134] When m+n which shows the presentation of the antiferromagnetism layer 2 exceeds under $48 \text{ atom } \%$ or $58 \text{ atom } \%$, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of PtmMn100-m-nZn which constitutes the antiferromagnetism layer 2 / grid / L10 type-rule], and stops moreover, showing an antiferromagnetism property, even if it performs 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C . That is, since it stops showing an one direction switched connection magnetic field, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while it is based on addition of Element Z that n which shows the presentation of the antiferromagnetism layer 2 is under $0.2 \text{ atom } \%$, if n exceeds $40 \text{ atom } \%$ preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0135] Therefore, after performing 1st heat treatment with a heat treatment temperature [1st]

of 245 degrees C, the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 is larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6. And also after performing 2nd heat treatment whose 2nd heat treatment temperature is 270 degrees C, so that the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 may become larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6. What is necessary is to change each presentation ratio and just to choose from the ranges of the presentation ratio ($48 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 58 \text{ atom } \%$) of the antiferromagnetism layer 2, and the presentation ratio ($52 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$) of the bias layer 6. [0136] By choosing respectively the presentation ratio which fulfills such conditions, and making presentation ranges differ, rather than the case where the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 are formed by the same presentation, the combination which can make remarkable the difference of the switched connection magnetic field of each antiferromagnetism layer 2 and the exchange anisotropy field of the bias layer 6 at the time of the 1st heat treatment and the 2nd heat treatment becomes possible, and the flexibility of layout improves. [0137] Moreover, the magnetization direction of the free magnetic layer 5 and the fixed magnetic layer 3 can be made to cross being able to make the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6, not changing deterioration or the magnetization direction for the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 on the occasion of the 2nd heat treatment on the occasion of the 1st heat treatment, and fixing the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 to it firmly. Furthermore, the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 can be made larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6 after the 2nd heat treatment, to impression of the signal magnetic field from magnetic-recording data medium, it is fixed without the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 changing, and the magnetization direction of the free magnetic layer 5 becomes possible [changing smoothly]. [0138] Another desirable combination of the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 It is the bias layer 6 $\text{Pt}_q\text{Mn}_{100-q}\text{-jL}_j$ (however, L) At least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), q which shows a presentation ratio, and j consider as the alloy which consists of $52 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$, and it is the antiferromagnetism layer 2 $\text{Pt}_q\text{Mn}_{100-q}\text{-jL}_j$ (however, L) It is desirable that q which shows at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s) and a presentation ratio, and j consider as the alloy which consists of $48 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 58 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [0139] When $q+j$ which shows the presentation of the bias layer 6 exceeds under $52 \text{ atom } \%$ or $60 \text{ atom } \%$, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $\text{Pt}_q\text{Mn}_{100-q}\text{-jL}_j$ which constitutes the bias layer 6 / grid / L10 type-rule], and stops showing an antiferromagnetism property, even if it performs 2nd heat treatment with a heat treatment temperature of 270 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while j which shows the presentation of the bias layer 6 is based on addition of Element L as it is under $0.2 \text{ atom } \%$, if j exceeds $10 \text{ atom } \%$ preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0140] When $q+j$ which shows the presentation of the antiferromagnetism layer 2 exceeds under $48 \text{ atom } \%$ or $58 \text{ atom } \%$, it is [regulation] hard coming-izing [the crystal lattice of $\text{Pt}_q\text{Mn}_{100-q}\text{-jL}_j$ which constitutes the antiferromagnetism layer 2 / grid / L10 type-rule], and

stops moreover, showing an antiferromagnetism property, even if it performs 1st heat treatment with a heat treatment temperature of 245 degrees C. That is, since it stops, showing a tropism switched connection magnetic field on the other hand, it is not desirable. Moreover, since the improvement effect of a tropism switched connection magnetic field does not fully show up while j which shows the presentation of the antiferromagnetism layer 2 is based on addition of Element L as it is under 0.2 atom %, if j exceeds 10 atom % preferably, since a tropism switched connection magnetic field will fall on the other hand, it is not desirable. [0141] Therefore, after performing 1st heat treatment with a heat treatment temperature [1st] of 245 degrees C, the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 is larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6. And also after performing 2nd heat treatment whose 2nd heat treatment temperature is 270 degrees C, so that the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 may become larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6 What is necessary is to change each presentation ratio and just to choose from the ranges of the presentation ratio ($48 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 58 \text{ atom } \%$) of the antiferromagnetism layer 2, and the presentation ratio ($52 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$) of the bias layer 6. [0142] By choosing respectively the presentation ratio which fulfills such conditions, and making presentation ranges differ, rather than the case where the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 are formed by the same presentation, the combination which can make remarkable the difference of the switched connection magnetic field of each antiferromagnetism layer 2 and the exchange anisotropy field of the bias layer 6 at the time of the 1st heat treatment and the 2nd heat treatment becomes possible, and the flexibility of layout improves. [0143] Moreover, the magnetization direction of the free magnetic layer 5 and the fixed magnetic layer 3 can be made to cross being able to make the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6, not changing deterioration or the magnetization direction for the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 on the occasion of the 2nd heat treatment on the occasion of the 1st heat treatment, and fixing the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 to it firmly. Furthermore, the exchange anisotropy field of the antiferromagnetism layer 2 can be made larger than the exchange anisotropy field of the bias layer 6 after the 2nd heat treatment, to impression of the signal magnetic field from magnetic-recording data medium, it is fixed without the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 changing, and the magnetization direction of the free magnetic layer 5 becomes possible [changing smoothly]. [0144] In such a spin bulb mold thin film magnetic cell 1, since said free magnetic layer 5 has slot 5B by which truck slot 5A of the width of face equivalent to the width of recording track (to or field of Substrate K and an opposite hand) Tw was prepared in the field of the direction where the fixed magnetic layer 3 is arranged, and an opposite hand, it can decide the width of recording track Tw to be accuracy according to the width of face of this slot 5B. Moreover, when manufacturing this spin bulb mold thin film magnetic cell 1, the bias layer 6 arranged on flat part 5C of the both sides of slot 5B of the free magnetic layer 5 does not remain in said slot 5B, and the magnetic moment of the free magnetic layer 5 serves as the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 which was excellent in the sensitivity rotated smoothly to the feeble leakage flux from magnetic-recording data medium. [0145] Furthermore, since the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6 consist of an alloy containing at least one sort in Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, and nickel, or two sorts or more of elements and Mn, the temperature characteristic of an exchange

anisotropy field becomes good, and it becomes the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 excellent in thermal resistance. Moreover, the endurance at the time of preparing for equipments, such as the thin film magnetic head from which an element serves as an elevated temperature with the Joule's heat by the flowing sense current, is good, and fluctuation of the exchange anisotropy field (switched connection magnetic field) by the temperature change can use the environmental temperature and the element in equipments, such as a hard disk, as few outstanding spin bulb mold thin film magnetic cells 1. Since blocking temperature will be able to become high and the antiferromagnetism layer 2 can be made to generate a big exchange anisotropy field by forming the antiferromagnetism layer 2 with the above-mentioned alloy further again, the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 is firmly fixable. [0146] By such manufacture method of the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 In the antiferromagnetism layer 2 and the bias layer 6, at least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, and the nickel, Since the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3 is fixed by heat treatment of the 1st time and the magnetization direction of the free magnetic layer 5 is arranged in the magnetization direction of said fixed magnetic layer 3, and the crossing direction by the 2nd heat treatment using the property of said alloy using the alloy containing Mn Without having an adverse effect in the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3, the magnetization direction of the free magnetic layer 5 can be arranged in the magnetization direction of the fixed magnetic layer 3, and the crossing direction, and the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 excellent in thermal resistance can be obtained. [0147] Moreover, since it is the method of carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 2, the fixed magnetic layer 3, the nonmagnetic conductive layer 4, the free magnetic layer 5, and the bias layer 6 one by one, forming a layered product a1 on a substrate, and heat-treating said layered product a1 Like [when face forming said layered product a1, atmospheric air is not made to be touched with the front face of each class formed between said Substrates K and said bias layers 6 and the front face of said each class touches atmospheric air] Since it is not necessary to form the layer on it after cleaning the front face which touched atmospheric air by ion milling or the reverse sputter, it can manufacture easily. Moreover, repeatability can consider as the good manufacture method. Furthermore, since it is necessary to clean the front face of said each class neither by ion milling nor the reverse sputter, the contamination by the reattachment object, the adverse effect to generating of the exchange anisotropy field by turbulence of a surface crystallized state, etc. can be made into the outstanding manufacture method which the inconvenience resulting from cleaning does not produce. [0148] While removing said a part of bias layer 6 and forming crevice 6A of the width of face near the width of recording track Tw further again Since truck slot 5A of the width of face equivalent to the width of recording track Tw is formed in said free magnetic layer 5 located under this crevice 6A Since the bias layer 6 does not remain in pars-basilaris-occipitalis 5D of said truck slot 5A even when dispersion is in the thickness of said bias layer 6, the width of recording track Tw can be demarcated with a sufficient precision, and the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 which can respond to high recording density-ization can be obtained. Moreover, since it is easy to remove the bias layer 6 thoroughly, it can manufacture easily. [0149] Moreover, by considering as the thin film magnetic head which comes to prepare the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell 1 for a slider 151, it excels in endurance and thermal resistance, and can consider as the thin film magnetic head

from which sufficient exchange anisotropy field is obtained. [0150] In the spin bulb mold thin film magnetic cell 1 of the 1st operation gestalt of this invention, although the fixed magnetic layer 3 and the free magnetic layer 5 were formed in the thickness direction upper and lower sides of the nonmagnetic conductive layer 4 as monolayer structure, respectively as mentioned above, it is good also considering these as two or more structures. [0151] The mechanism which shows huge magnetic-reluctance change is based on spin dependence dispersion of the conduction electron produced in the interface of the nonmagnetic conductive layer 4, the fixed magnetic layer 3, and the free magnetic layer 5. Co layer can be illustrated as a combination with big spin dependence dispersion to said nonmagnetic conductive layer 4 which consists of Cu etc. For this reason, when the fixed magnetic layer 3 is formed with materials other than Co, it is desirable to form the portion by the side of the nonmagnetic conductive layer 4 of the fixed magnetic layer 3 by thin Co layer 3a, as the two-dot chain line of drawing 1 shows. Moreover, also when the free magnetic layer 5 is formed with materials, such as NiFe alloys other than Co, a CoNi alloy, a CoFe alloy, and a CoFeNi alloy, it is desirable to form the portion by the side of the nonmagnetic conductive layer 4 of the free magnetic layer 5 by thin Co layer 5a like the case of the fixed magnetic layer 3, as the two-dot chain line of drawing 1 shows. [0152] [Operation gestalt of ** 2nd] drawing 8 is the cross-sectional view having shown the spin bulb mold thin film magnetic cell of the 2nd operation gestalt of this invention in mimetic diagram, and drawing 9 is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 8 from an opposed face side with a record medium. Also in this spin bulb mold thin film magnetic cell, it is prepared in the trailing side edge section of the floatation type slider formed in the hard disk drive unit etc. like the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 1, and record magnetic fields, such as a hard disk, are detected. In addition, the migration direction of magnetic-recording data medium, such as a hard disk, is a graphic display Z direction, and the direction of the leak magnetic field from magnetic-recording data medium is the direction of Y. [0153] An antiferromagnetism layer, a fixed magnetic layer, a nonmagnetic conductive layer, and the free magnetic layer of the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 8 and drawing 9 are kinds of the formed so-called bottom product type of single spin bulb mold thin film magnetic cell every much more. Moreover, the magnetization direction of a free magnetic layer is arranged in the direction which crosses to the magnetization direction of a fixed magnetic layer with the exchange bias method using the bias layer which consists of an antiferromagnetism material like the spin bulb mold thin film magnetic cell which also shows the spin bulb mold thin film magnetic cell of this example to drawing 1. [0154] In drawing 8 and drawing 9, Sign K shows the substrate. On this substrate K, the substrate insulating layer 200 and the lower shield layer 163 which consist of aluminum 2O3 etc., the lower gap layer 164, and the antiferromagnetism layer 11 are formed, and the 1st fixed magnetic layer 12 is further formed on said antiferromagnetism layer 11. And the nonmagnetic interlayer 13 is formed on said 1st fixed magnetic layer 12, and the 2nd fixed magnetic layer 14 is formed on said nonmagnetic interlayer 13. The nonmagnetic conductive layer 15 is formed on said 2nd fixed magnetic layer 14, and the free magnetic layer 16 is further formed on said nonmagnetic conductive layer 15. Said free magnetic layer 16 has the width of recording track Tw, slot in which truck slot 16A of same width of face was prepared 16B, and the flat parts 16C and 16C of the both sides in the field of the direction where the fixed magnetic layer is arranged, and an opposite hand, as shown in drawing 9 (to or field of Substrate K and

an opposite hand). Said bias layers 130 and 130 are formed on flat part 16C of said free magnetic layer 16, and 16C, and conductive layers 131 and 131 are formed on said bias layers 130 and 130. [0155] In this spin bulb mold thin film magnetic cell Like the spin bulb mold thin film magnetic cell of the 1st above-mentioned operation gestalt, the antiferromagnetism layer 11 At least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, and the nickel, It consists of an alloy containing Mn and the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 are magnetized in the respectively fixed direction by heat treatment among a magnetic field. [0156] Said 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 are formed with for example, Co film, the NiFe alloy, the CoNiFe alloy, the CoFe alloy, etc. Moreover, as for the nonmagnetic interlayer 13 who intervenes between the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14, it is desirable to be formed with one sort or two sorts or more of alloys among Ru, Rh, Ir, Cr, Re, and Cu. [0157] By the way, the arrow head shown in the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 which are shown in drawing 8 expresses the magnitude of each magnetic moment, and its direction, and the magnitude of said magnetic moment is selected with the value to which saturation magnetization (M_s) and thickness (t) were applied. [0158] Since it is formed with the construction material with same 1st fixed magnetic layer 12 and 2nd fixed magnetic layer 14 which are shown in drawing 8 and drawing 9 and the thickness t_{P2} of the 2nd fixed magnetic layer 14 is moreover formed more greatly than the thickness t_{P1} of the 1st fixed magnetic layer 12, compared with the 1st fixed magnetic layer 12, the magnetic moment is [the direction of the 2nd fixed magnetic layer 14] large. Moreover, it is desirable to have the magnetic moment from which the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 differ. Therefore, the thickness t_{P1} of the 1st fixed magnetic layer 12 may be formed more thickly than the thickness t_{P2} of the 2nd fixed magnetic layer 14. [0159] As the 1st fixed magnetic layer 12 is shown in drawing 8 and drawing 9 , it is magnetized in the direction of graphic display Y, i.e., the direction which separates from a record medium, (the height direction), and magnetization of the 2nd fixed magnetic layer 14 which counters through the nonmagnetic interlayer 13 is magnetized by the magnetization direction of said 1st fixed magnetic layer 12, and anti-parallel (ferry condition). [0160] By forming the 1st fixed magnetic layer 12 in contact with the antiferromagnetism layer 11, and giving annealing in a magnetic field (heat treatment), as a switched connection magnetic field (exchange anisotropy field) occurs in the interface of said 1st fixed magnetic layer 12 and antiferromagnetism layer 11, for example, it is shown in drawing 8 and drawing 9 , magnetization of said 1st fixed magnetic layer 12 is fixed in the direction of graphic display Y. When magnetization of said 1st fixed magnetic layer 12 is fixed in the direction of graphic display Y, magnetization of the 2nd fixed magnetic layer 14 which counters through the nonmagnetic interlayer 13 is fixed in the state of magnetization of the 1st fixed magnetic layer 12, and anti-parallel (ferry condition). [0161] In such a spin bulb mold thin film magnetic cell, it is so possible that a switched connection magnetic field is large for it to be stabilized and to maintain magnetization of the 1st fixed magnetic layer 12 and magnetization of the 2nd fixed magnetic layer 14 at an anti-parallel condition. In the spin bulb mold thin film magnetic cell of this example, as an antiferromagnetism layer 11, it is high, and also thermally blocking temperature is stabilized and can maintain the magnetization condition of said 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 by using the above-mentioned alloy moreover made to generate a large switched connection magnetic field (exchange anisotropy

field) in an interface with the 1st fixed magnetic layer 12. [0162] As mentioned above, by storing the film parameter of the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 within proper limits in such a spin bulb mold thin film magnetic cell, a switched connection magnetic field (Hex) can be enlarged, magnetization of the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 can be maintained at the anti-parallel condition (ferry condition) stabilized also thermally, and it is possible to obtain good **MR (resistance rate of change) moreover. [0163] As shown in drawing 8 and drawing 9, on the 2nd fixed magnetic layer 14, the nonmagnetic conductive layer 15 formed by Cu etc. is formed, and the free magnetic layer 16 is further formed on said nonmagnetic conductive layer 15. As said free magnetic layer 16 is shown in drawing 8 and drawing 9, the layer of the sign 17 which is formed by two-layer and formed in the side which touches said nonmagnetic conductive layer 15 is formed by Co film. Moreover, another layer 18 is formed with the NiFe alloy, a CoFe alloy or a CoNiFe alloy, etc. In addition, the reason for forming the layer 17 of Co film in the side which touches the nonmagnetic conductive layer 15 is that diffusion of the metallic element in an interface with said nonmagnetic conductive layer 15 formed of Cu etc. can be prevented, and it can enlarge **MR (resistance rate of change). [0164] Moreover, the bias layers 130 and 130 shall consist of an alloy containing at least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and Mn like said antiferromagnetism layer 11. In response to the effect of the bias magnetic field of said bias layer 130, magnetization of said free magnetic layer 16 is in the condition of having been magnetized in the graphic display X1 direction. [0165] Moreover, as for conductive layers 131 and 131, being formed of Au, W, Cr, Ta, etc. is desirable. [0166] In the spin bulb mold thin film magnetic cell in drawing 8 and drawing 9, sense current is given to the free magnetic layer 16, the nonmagnetic conductive layer 15, and the 2nd fixed magnetic layer 14 from said conductive layers 131 and 131. If a magnetic field is given in the direction of graphic display Y shown in drawing 8 and drawing 9 from a record medium, when magnetization of the free magnetic layer 16 is changed in the direction of Y from graphic display X1 direction and dispersion of the conduction electron for which it depended on spin by the interface of the nonmagnetic conductive layer 15 at this time and the free magnetic layer 16 and the interface of the nonmagnetic conductive layer 15 and the 2nd fixed magnetic layer 14 takes place, electric resistance will change and the leak magnetic field from a record medium will be detected. [0167] By the way, said sense current flows to the interface of the 1st fixed magnetic layer 12 and the nonmagnetic interlayer 13 etc. actually. Said 1st fixed magnetic layer 12 does not participate in **MR directly, but said 1st fixed magnetic layer 12 is the layer which, so to speak, bore the auxiliary role for fixing the 2nd fixed magnetic layer 14 which participates in **MR in the proper direction. For this reason, although it becomes a shunt loss (current loss) that sense current flows to the 1st fixed magnetic layer 12 and nonmagnetic interlayer 13, there are dramatically few amounts of this shunt loss, and it is possible to obtain **MR almost comparable as the former with the 2nd operation gestalt. [0168] The spin bulb mold thin film magnetic cell of this example can be manufactured by the almost same manufacture method as the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 1. namely, by the manufacture method of the spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention After carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 11, the 1st fixed magnetic layer 12, the nonmagnetic middle class 13, the 2nd fixed magnetic layer 14, the nonmagnetic conductive layer 15, the free magnetic layer 16, and the bias layer 130 one by one

and forming a layered product on Substrate K, Impressing the 1st magnetic field which is the width-of-recording-track T_w direction and the direction which intersects perpendicularly to said layered product While heat-treating at the 1st heat treatment temperature, making said antiferromagnetism layer 11 and the bias layer 130 generate an exchange anisotropy field and fixing magnetization of said 1st fixed magnetic layer 12 and said free magnetic layer 16 in the same direction Let the exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer 11 be size rather than the exchange anisotropy field of said bias layer 130. [0169] Subsequently, impressing the 2nd larger magnetic field smaller than the exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer 11 than the exchange anisotropy field of said bias layer 130 in the width-of-recording-track T_w direction, it heat-treats at the 2nd heat treatment temperature higher than said 1st heat treatment temperature, and the bias magnetic field of the magnetization direction of said 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 and the crossing direction is given to said free magnetic layer 16. [0170] Furthermore, while ion milling etc. removes said a part of bias layer 130 for said heat-treated layered product and forming crevice 130A of the width of face near the width of recording track T_w , truck slot 16A of the width of face equivalent to the width of recording track T_w is formed in said free magnetic layer 16 located under this crevice 130A. Subsequently, the conductive layer 131 which gives detection current to said free magnetic layer 16 is formed on said bias layer 130 by the method of using a lift-off resist etc., and a spin bulb mold thin film magnetic cell is obtained. [0171] In such a spin bulb mold thin film magnetic cell, since said free magnetic layer 16 has slot 16B by which truck slot 16A of the width of face equivalent to the width of recording track (to or field of said Substrate K and opposite hand) T_w was prepared in the field of the direction where said fixed magnetic layer is arranged, and an opposite hand, it can decide the width of recording track T_w to be accuracy according to the width of face of this slot 16B. Moreover, when manufacturing this spin bulb mold thin film magnetic cell, the bias layer 130 arranged on flat part 16C of the both sides of slot 16B of the free magnetic layer 16 does not remain in said slot 16B, and the magnetic moment of the free magnetic layer 16 serves as a spin bulb mold thin film magnetic cell which was excellent in the sensitivity rotated smoothly to the feeble leakage magnetic field from magnetic-recording data medium. [0172] Also in this spin bulb mold thin film magnetic cell moreover, the antiferromagnetism layer 11 and the bias layer 130 Since it consists of an alloy containing at least one sort in Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and Kr, or two sorts or more of elements and Mn The temperature characteristic of an exchange anisotropy field becomes good, and it becomes the spin bulb mold thin film magnetic cell excellent in thermal resistance. Moreover, the endurance at the time of preparing for equipments, such as the thin film magnetic head from which an element serves as an elevated temperature with the Joule's heat by the flowing sense current, is good, and fluctuation of the exchange anisotropy field (switched connection magnetic field) by the temperature change can use the environmental temperature and the element in equipments, such as a hard disk, as few outstanding spin bulb mold thin film magnetic cells. Since blocking temperature will be able to become high and the antiferromagnetism layer 11 can be made to generate a big exchange anisotropy field by forming the antiferromagnetism layer 11 with the above-mentioned alloy further again, the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 is firmly fixable. [0173] Moreover, it sets to the manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell. In the antiferromagnetism layer 11 and

the bias layer 130, Pt, Pd, Ir, Rh, The property of said alloy is used using the alloy containing at least one sort in Ru, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and Kr, or two sorts or more of elements and Mn. Since the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 12 is fixed by heat treatment of the 1st time and the magnetization direction of the free magnetic layer 16 is arranged in the magnetization direction of said 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14, and the crossing direction by the 2nd heat treatment Without having an adverse effect in the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 12, the magnetization direction of the free magnetic layer 16 can be arranged in the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14, and the crossing direction, and the spin bulb mold thin film magnetic cell excellent in thermal resistance can be obtained. [0174] Moreover, on Substrate K, carry out the laminating of the antiferromagnetism layer 11, the 1st fixed magnetic layer 12, the nonmagnetic middle class 13, the 2nd fixed magnetic layer 14, the nonmagnetic conductive layer 15, the free magnetic layer 16, and the bias layer 130 one by one, and a layered product is formed. Like [since it was the method of heat-treating said layered product, when face forming said layered product, atmospheric air is not made to be touched with the front face of each class formed between said Substrates K and said bias layers 130 and the front face of said each class touches atmospheric air] Since it is not necessary to form the layer on it after cleaning the front face which touched atmospheric air by ion milling or the reverse spatter, it can manufacture easily. Moreover, repeatability can consider as the good manufacture method. Furthermore, since it is necessary to clean the front face of said each class neither by ion milling nor the reverse spatter, the contamination by the reattachment object, the adverse effect to generating of the exchange anisotropy field by turbulence of a surface crystallized state, etc. can be made into the outstanding manufacture method which the inconvenience resulting from cleaning does not produce. [0175] While removing said a part of bias layer 130 and forming crevice 130A of the width of face near the width of recording track T_w further again Since truck slot 16A of the width of face equivalent to the width of recording track T_w is formed in said free magnetic layer 16 located under this crevice 130A Since the bias layer 130 does not remain in pars-basilaris-occipitalis 16D of said truck slot 16A even when dispersion is in the thickness of said bias layer 130, the width of recording track T_w can be demarcated with a sufficient precision, and the spin bulb mold thin film magnetic cell which can respond to high recording density-ization can be obtained. Moreover, since it is easy to remove the bias layer 130 thoroughly, it can manufacture easily. [0176] [Operation gestalt of ** 3rd] drawing 10 is the cross-sectional view having shown the spin bulb mold thin film magnetic cell of the 3rd operation gestalt of this invention in mimetic diagram, and drawing 11 is the cross section having shown the structure at the time of seeing the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 10 from an opposed face side with a record medium. Also in the spin bulb mold thin film magnetic cell of this example, it is prepared in the trailing side edge section of the floatation type slider formed in the hard disk drive unit etc. like the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, and record magnetic fields, such as a hard disk, are detected. In addition, the migration direction of magnetic-recording data medium, such as a hard disk, is a graphic display Z direction, and the direction of the leak magnetic field from magnetic-recording data medium is the direction of Y. [0177] Moreover, the magnetization direction of a free magnetic layer is arranged in the direction which crosses to the magnetization direction of a fixed magnetic layer with the

exchange bias method using the bias layer which the spin bulb mold thin film magnetic cell of this example also becomes from an antiferromagnetism material. As for this spin bulb mold thin film magnetic cell, not only a fixed magnetic layer but the free magnetic layer is divided by two-layer [of the 1st free magnetic layer and the 2nd free magnetic layer] through the nonmagnetic interlayer. [0178] In drawing 10 and drawing 11 , Sign K shows the substrate. On this substrate K, the substrate insulating layer 200 and the lower shield layer 163 which consist of aluminum 2O3 etc., the lower gap layer 164, and the antiferromagnetism layer 51 are formed, and the laminating of the 1st fixed magnetic layer 52, the nonmagnetic interlayer 53, the 2nd fixed magnetic layer 54, the nonmagnetic conductive layer 55, the 1st free magnetic layer 56, the nonmagnetic interlayer 59, and the 2nd free magnetic layer 60 is further carried out to order on said antiferromagnetism layer 51. Said 2nd free magnetic layer 60 has the width of recording track Tw, slot in which truck slot 60A of same width of face was prepared 16B, and the flat parts 60C and 60C of the both sides in the field of the direction where said fixed magnetic layer is arranged, and an opposite hand, as shown in drawing 11 (to or field of said Substrate K and opposite hand). Said bias layers 62 and 62 are formed on flat part 60C of said 2nd free magnetic layer 60, and 60C, and conductive layers 63 and 63 are formed on said bias layers 62 and 62. [0179] Also in the spin bulb mold thin film magnetic cell of the 3rd operation gestalt of this invention said antiferromagnetism layer 51 Like the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, at least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), It consists of an alloy containing Mn and the 1st fixed magnetic layer 52 and the 2nd fixed magnetic layer 54 are magnetized in the respectively fixed direction by heat treatment among a magnetic field. [0180] The 1st fixed magnetic layer 52 and the 2nd fixed magnetic layer 54 are formed with Co film, the NiFe alloy, the CoFe alloy, or the CoNiFe alloy. Moreover, as for the nonmagnetic interlayer 53, it is desirable to be formed with one sort or two sorts or more of alloys among Ru, Rh, Ir, Cr, Re, and Cu. [0181] By forming the 1st fixed magnetic layer 52 in contact with the antiferromagnetism layer 51, and giving annealing in a magnetic field (heat treatment), as a switched connection magnetic field (exchange anisotropy field) occurs in the interface of said 1st fixed magnetic layer 52 and antiferromagnetism layer 51, for example, it is shown in drawing 10 and drawing 11 , magnetization of said 1st fixed magnetic layer 22 is fixed in the direction of graphic display Y. When magnetization of said 1st fixed magnetic layer 52 is fixed in the direction of graphic display Y, magnetization of the 2nd fixed magnetic layer 54 which counters through the nonmagnetic interlayer 53 is fixed in the state of magnetization of the 1st fixed magnetic layer 52, and anti-parallel (ferry condition). [0182] In order to maintain the stability of this ferry condition, a large switched connection magnetic field is required. In the spin bulb mold thin film magnetic cell of this example, as an antiferromagnetism layer 51, it is high, and also thermally blocking temperature is stabilized and can maintain the magnetization condition of said 1st fixed magnetic layer 52 and the 2nd fixed magnetic layer 54 by using the above-mentioned alloy moreover made to generate a large switched connection magnetic field (exchange anisotropy field) in an interface with the 1st fixed magnetic layer 52. [0183] Moreover, as for said nonmagnetic conductive layer 55, being formed by Cu etc. is desirable. [0184] Moreover, as said 1st free magnetic layer 56 is shown in drawing 10 and drawing 11 , it is formed by two-layer and the Co film 57 is formed in the side which touches the nonmagnetic conductive layer 55. Forming the Co film 57 in the side which touches the nonmagnetic conductive layer 55,

because ****MR** can be enlarged the 1st, it is for preventing diffusion with the nonmagnetic conductive layer 55 to the 2nd. [0185] The NiFe alloy film 58 is formed on said Co film 57. Furthermore, the nonmagnetic interlayer 59 is formed on said NiFe alloy film 58. And the 2nd free magnetic layer 60 is formed on said nonmagnetic interlayer 59. Said 2nd free magnetic layer 60 is formed with Co film, the NiFe alloy, the CoFe alloy, or the CoNiFe alloy. [0186] Moreover, as for the nonmagnetic interlayer 59 who intervenes between the 1st free magnetic layer 56 and the 2nd free magnetic layer 60, it is desirable to be formed with one sort or two sorts or more of alloys among Ru, Rh, Ir, Cr, Re, and Cu. [0187] By the switched connection magnetic field (RKKY interaction) generated between said 1st free magnetic layer 56 and the 2nd free magnetic layer 60, magnetization of said 1st free magnetic layer 56 and magnetization of the 2nd free magnetic layer 60 are in the anti-parallel condition (ferry condition) mutually, as shown in drawing 10 and drawing 11 . [0188] In the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 10 and drawing 11 , the thickness $tF1$ of the 1st free magnetic layer 56 is formed smaller than the thickness $tF2$ of the 2nd free magnetic layer 60, for example. And $Ms-tF1$ of said 1st free magnetic layer 56 If it is set up smaller than $Ms-tF2$ of the 2nd free magnetic layer 60 and a bias magnetic field is given to graphic display X1 direction and an opposite direction from the bias layer 62 Magnetization of the 2nd large free magnetic layer 60 of $Ms-tF2$ is arranged with graphic display X1 direction and an opposite direction in response to the effect of said bias magnetic field. By the switched connection magnetic field (RKKY interaction) with said 2nd free magnetic layer 60 Magnetization of the 1st small free magnetic layer 56 of $Ms-tF1$ is arranged in the graphic display X1 direction. [0189] If an external magnetic field invades from graphic display Y, magnetization of said 1st free magnetic layer 56 and the 2nd free magnetic layer 60 will rotate in response to the effect of said external magnetic field, maintaining a ferry condition. And with the relation between fluctuation magnetization of the 1st free magnetic layer 56 which ******** to ****MR**, and fixed magnetization (for example, the direction of graphic display Y and the opposite direction are magnetized) of the 2nd fixed magnetic layer 54, electric resistance changes and an external magnetic field is detected as electric resistance change. [0190] Moreover, the bias layers 62 and 62 shall consist of an alloy containing at least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and Mn like said antiferromagnetism layer 51. Moreover, as for conductive layers 62 and 63, being formed of Au, W, Cr, Ta, etc. is desirable. [0191] It can manufacture by the almost same manufacture method as the spin bulb mold thin film magnetic cell which also shows the spin bulb mold thin film magnetic cell of this example to drawing 1 . namely, by the manufacture method of the spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention After carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer 51, the 1st fixed magnetic layer 52, the nonmagnetic interlayer 53, the 2nd fixed magnetic layer 54, the nonmagnetic conductive layer 55, the 1st free magnetic layer 56, the nonmagnetic interlayer 59, the 2nd free magnetic layer 60, and the bias layer 62 one by one and forming a layered product on Substrate K, Impressing the 1st magnetic field which is the width-of-recording-track Tw direction and the direction which intersects perpendicularly to said layered product While heat-treating at the 1st heat treatment temperature, making said antiferromagnetism layer 51 and the bias layer 62 generate an exchange anisotropy field and fixing magnetization of said 1st fixed magnetic layer 52 and said 2nd free magnetic layer 60 in the same direction Let the exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer 51 be size rather than the exchange anisotropy

field of said bias layer 62. [0192] Subsequently, impressing the 2nd larger magnetic field smaller than the exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer 51 than the exchange anisotropy field of said bias layer 62 in the width-of-recording-track T_w direction, it heat-treats at the 2nd heat treatment temperature higher than said 1st heat treatment temperature, and the bias magnetic field of the magnetization direction of said 1st fixed magnetic layer 52 and the 2nd fixed magnetic layer 54 and the crossing direction is given to said 2nd free magnetic layer 60. [0193] Furthermore, while ion milling etc. removes said a part of bias layer 62 for said heat-treated layered product and forming crevice 62A of the width of face near the width of recording track T_w , truck slot 60A of the width of face equivalent to the width of recording track T_w is formed in said free magnetic layer 60 located under this crevice 62A. Subsequently, by the method of using a lift-off resist etc., a conductive layer 63 is formed on said bias layer 62, and a spin bulb mold thin film magnetic cell is obtained. [0194] In such a spin bulb mold thin film magnetic cell, since said free magnetic layer 60 has slot 60B by which truck slot 60A of the width of face equivalent to the width of recording track (to or field of said Substrate K and opposite hand) T_w was prepared in the field of the direction where said fixed magnetic layer is arranged, and an opposite hand, it can decide the width of recording track T_w to be accuracy according to the width of face of this slot 60B. Moreover, when manufacturing this spin bulb mold thin film magnetic cell, the bias layer 62 arranged on flat part 60C of the both sides of slot 60B of the free magnetic layer 60 does not remain in said slot 60B, and the magnetic moment of the free magnetic layer 60 serves as a spin bulb mold thin film magnetic cell which was excellent in the sensitivity rotated smoothly to the feeble leakage magnetic field from magnetic-recording data medium. [0195] Also in this spin bulb mold thin film magnetic cell moreover, the antiferromagnetism layer 51 and the bias layer 62 Since it consists of an alloy containing at least one sort in Pt, Pd, Ir, Rh, Ru, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and Kr, or two sorts or more of elements and Mn The temperature characteristic of an exchange anisotropy field becomes good, and it becomes the spin bulb mold thin film magnetic cell excellent in thermal resistance. Moreover, the endurance at the time of preparing for equipments, such as the thin film magnetic head from which an element serves as an elevated temperature with the Joule's heat by the flowing sense current, is good, and fluctuation of the exchange anisotropy field (switched connection magnetic field) by the temperature change can use the environmental temperature and the element in equipments, such as a hard disk, as few outstanding spin bulb mold thin film magnetic cells. Since blocking temperature will be able to become high and the antiferromagnetism layer 51 can be made to generate a big exchange anisotropy field by forming the antiferromagnetism layer 51 with the above-mentioned alloy further again, the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 52 and the 2nd fixed magnetic layer 54 is firmly fixable. [0196] Moreover, it sets to the manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell. The property of said alloy is used for the antiferromagnetism layer 51 and the bias layer 62 using the alloy containing at least one sort in Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, and nickel, or two sorts or more of elements and Mn. Since the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 52 is fixed by heat treatment of the 1st time and the magnetization direction of the 2nd free magnetic layer 60 is arranged in the magnetization direction of said 1st fixed magnetic layer 52 and the 2nd fixed magnetic layer 54, and the crossing direction by the 2nd heat treatment The magnetization direction of the 1st free magnetic layer 56 and the 2nd free magnetic layer 60 can be arranged in the magnetization direction of

the 1st fixed magnetic layer 52 and the 2nd fixed magnetic layer 54, and the crossing direction, without having an adverse effect in the magnetization direction of the 1st fixed magnetic layer 52. The spin bulb mold thin film magnetic cell excellent in thermal resistance can be obtained. [0197] Moreover, carry out the laminating of the antiferromagnetism layer 51, the 1st fixed magnetic layer 52, the nonmagnetic interlayer 53, the 2nd fixed magnetic layer 54, the nonmagnetic conductive layer 55, the 1st free magnetic layer 56, the nonmagnetic interlayer 59, the 2nd free magnetic layer 60, and the bias layer 62 one by one, and a layered product is formed. Like [since it was the method of heat-treating said layered product, when face forming said layered product, atmospheric air is not made to be touched with the front face of each class formed between said Substrates K and said bias layers 62 and the front face of said each class touches atmospheric air] Since it is not necessary to form the layer on it after cleaning the front face which touched atmospheric air by ion milling or the reverse sputter, it can manufacture easily. Moreover, repeatability can consider as the good manufacture method. Furthermore, since it is necessary to clean the front face of said each class neither by ion milling nor the reverse sputter, the contamination by the reattachment object, the adverse effect to generating of the exchange anisotropy field by turbulence of a surface crystallized state, etc. can be made into the outstanding manufacture method which the inconvenience resulting from cleaning does not produce. [0198] While removing said a part of bias layer 62 and forming crevice 62A of the width of face near the width of recording track T_w further again Since track slot 60A of the width of face equivalent to the width of recording track T_w is formed in said free magnetic layer 60 located under this crevice 62A Since the bias layer 62 does not remain in pars-basilaris-occipitalis 60D of said track slot 60A even when dispersion is in the thickness of said bias layer 62, the width of recording track T_w can be demarcated with a sufficient precision, and the spin bulb mold thin film magnetic cell which can respond to high recording density-ization can be obtained. Moreover, since it is easy to remove the bias layer 62 thoroughly, it can manufacture easily. [0199] An operation of a sense current magnetic field is explained in the structure of [an operation of a sense current magnetic field] next the 2nd operation gestalt shown in drawing 8 - drawing 11 , and the 3rd operation gestalt. The 2nd fixed magnetic layer 14 is formed in the nonmagnetic conductive layer 15 bottom in the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 8 and drawing 9 . In this case, if it is, the direction of a sense current magnetic field is doubled in the magnetization direction of a fixed magnetic layer with the larger magnetic moment among the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14. [0200] As shown in drawing 8 , the magnetic moment of said 2nd fixed magnetic layer 14 is large compared with the magnetic moment of the 1st fixed magnetic layer 12, and the magnetic moment of said 2nd fixed magnetic layer 14 has turned to the direction of graphic display Y, and the opposite direction (graphic display left). For this reason, the synthetic magnetic moment which added the magnetic moment of said 1st fixed magnetic layer 12 and the magnetic moment of the 2nd fixed magnetic layer 14 has turned to the direction of graphic display Y, and the opposite direction (graphic display left). [0201] As mentioned above, the nonmagnetic conductive layer 15 is formed in the 2nd fixed magnetic layer 14 and 1st fixed magnetic layer 12 upside. For this reason, the sense current magnetic field formed of the sense current 112 which mainly flows focusing on said nonmagnetic conductive layer 15 should just control the direction which said sense current 112 passes suitable leftward [graphic display] in under surface than said nonmagnetic conductive layer 15. If it does in this way, the direction of the

synthetic magnetic moment of the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 and the direction of said sense current magnetic field are in agreement. [0202] As shown in drawing 8, said sense current 112 is passed in the graphic display X1 direction. By the principle of a right screw, the sense current magnetic field formed by passing sense current is formed in the clockwise direction to space. therefore, in the layer below the nonmagnetic conductive layer 15 The sense current magnetic field of the graphic display direction (the direction of graphic display Y and opposite direction) will be impressed. According to this sense current The switched connection magnetic field (RKKY interaction) which acts in the direction which reinforces the 1st synthetic magnetic moment, and acts between the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14 is amplified. It becomes possible to stabilize more nearly thermally the anti-parallel condition of magnetization of said 1st fixed magnetic layer 12, and magnetization of the 2nd fixed magnetic layer 14. [0203] If 1mA of sense current is passed especially, it turns out that the sense current magnetic field of about 30 (Oe) degree occurs, and element temperature rises by about 10 degrees C. Furthermore, the rotational frequency of a record medium becomes quick to a 10000rpm degree, and the temperature in equipment rises to about 100 degrees C by the highest by lifting of this rotational frequency. For this reason, for example, when 10mA of sense current is passed, the element temperature of a spin bulb mold thin film magnetic cell rises to about 200 degrees C, and becomes as large [a sense current magnetic field] as 300 (Oe) further. The anti-parallel condition of magnetization of the 1st fixed magnetic layer 12 and magnetization of the 2nd fixed magnetic layer 14 becomes it easy to break that the direction of the synthetic magnetic moment which adds the magnetic moment of the 1st fixed magnetic layer 12 and the 2nd fixed magnetic layer 14, and can moreover ask for them under such very high environmental temperature if it is when big sense current flows, and the direction of a sense current magnetic field are reverse sense. Moreover, in order to enable it to bear also under high environmental temperature, it is necessary besides accommodation of the direction of a sense current magnetic field to use the antiferromagnetism material which has a high blocking temperature as an antiferromagnetism layer 11. Therefore, in this invention, the above-mentioned alloy with a high blocking temperature is used. [0204] In addition, when the synthetic magnetic moment formed by the magnetic moment of the 1st fixed magnetic layer 12 and the magnetic moment of the 2nd fixed magnetic layer 14 which are shown in drawing 8 is suitable rightward [graphic display] (the direction of graphic display Y), a sink and a sense current magnetic field should just be formed in graphic display X1 direction and an opposite direction in the counterclockwise direction to space in sense current. [0205] Moreover, although drawing 10 and drawing 11 are the examples of the spin bulb mold thin film magnetic cell by which the free magnetic layer was divided and formed in two-layer [of the 1st free magnetic layer and the 2nd free magnetic layer] through the nonmagnetic interlayer What is necessary is just to control the same direction of sense current as the case of the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 8, if it is like the spin bulb mold thin film magnetic cell shown in drawing 10 when the 1st fixed magnetic layer 52 and the 2nd fixed magnetic layer 54 are formed below the nonmagnetic conductive layer 55. [0206] As mentioned above, the direction of the sense current magnetic field which is formed by passing sense current according to the gestalt of each above-mentioned operation, By making in agreement the direction of the synthetic magnetic moment which can be searched for by adding the magnetic moment of the 1st fixed magnetic layer, and the magnetic moment of the 2nd fixed magnetic layer It is possible to make

the switched connection magnetic field (RKKY interaction) which acts between said 1st fixed magnetic layer and the 2nd fixed magnetic layer amplify, and to maintain the anti-parallel condition (ferry condition) of magnetization of said 1-th fixed magnetic layer and magnetization of the 2nd fixed magnetic layer at the condition of having been stabilized thermally. In order to raise thermal stability more, even if it is using the antiferromagnetism material with a high blocking temperature for an antiferromagnetism layer and environmental temperature rises substantially by this with the gestalt of this operation especially compared with the former, it can be made hard to break the anti-parallel condition (ferry condition) of magnetization of said 1st fixed magnetic layer, and magnetization of the 2nd fixed magnetic layer. [0207] Moreover, although a sense current magnetic field will also become large according to it if the amount of sense current tends to be enlarged and it is going to enlarge a playback output since it corresponds to high recording density-ization With the gestalt of operation of this invention, since said sense current magnetic field has brought about the operation which makes the switched connection magnetic field committed between the 1st fixed magnetic layer and the 2nd fixed magnetic layer amplify, the magnetization condition of the 1st fixed magnetic layer and the 2nd fixed magnetic layer becomes what was stabilized more according to buildup of a sense current magnetic field. In addition, in order to be able to apply it even if control of this direction of sense current is the case where what kind of antiferromagnetism material is used for an antiferromagnetism layer, for example, to generate a switched connection magnetic field (exchange anisotropy field) in the interface of an antiferromagnetism layer and a fixed magnetic layer (1st fixed magnetic layer), it does not ask whether heat treatment is required or it is not required. Furthermore, even if it is the case of the single spin bulb mold thin film magnetic cell which is shown in drawing 1 and in which the fixed magnetic layer is formed by the monolayer like the gestalt of the 1st operation, it is possible to stabilize magnetization of said fixed magnetic layer thermally by making in agreement the direction of the sense current magnetic field formed by passing the sense current mentioned above, and the magnetization direction of a fixed magnetic layer. [0208] [Effect of the Invention] As mentioned above, by the spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention, as explained to details, since said free magnetic layer has the slot where the truck slot of the width of face equivalent to the width of recording track was established in the field of said substrate and opposite hand, it can decide the width of recording track to be accuracy according to the width of face of this slot. Moreover, when manufacturing this spin bulb mold thin film magnetic cell, the bias layer arranged on the flat part of the both sides of the slot of a free magnetic layer does not remain in said slot, and the magnetic moment of a free magnetic layer serves as a spin bulb mold thin film magnetic cell which was excellent in the sensitivity rotated smoothly to the feeble leakage magnetic field from magnetic-recording data medium. [0209] Moreover, since an antiferromagnetism layer and a bias layer consist of an alloy containing at least one sort in Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and Kr, or two sorts or more of elements and Mn, the temperature characteristic of an exchange anisotropy field becomes good, and the spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention can be used as the spin bulb mold thin film magnetic cell excellent in thermal resistance. Moreover, the endurance at the time of preparing for equipments, such as the thin film magnetic head from which the temperature of an element serves as an elevated temperature according to generating of the environmental temperature in equipment or the Joule's heat at the time of energization, is good, and fluctuation of the

exchange anisotropy field (switched connection magnetic field) by the temperature change can consider as few outstanding spin bulb mold thin film magnetic cells. Since blocking temperature will be able to become high and an antiferromagnetism layer can be made to generate a big exchange anisotropy field by forming an antiferromagnetism layer with the above-mentioned alloy further again, it can consider as the spin bulb mold thin film magnetic cell which can fix the magnetization direction of a fixed magnetic layer firmly. [0210] Moreover, in the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell, it is good also as what is characterized by considering as the ferrimagnetism condition that the sense of magnetization differs 180 degrees in the layers by which at least one side of said fixed magnetic layer and said free magnetic layer was divided and divided by two through the nonmagnetic interlayer. When it considers as the spin bulb mold thin film magnetic cell by which the fixed magnetic layer was divided by two through the nonmagnetic middle class at least, among the fixed magnetic layers divided by two, one side bears the role which fixes the fixed magnetic layer of another side in the proper direction, and becomes possible [maintaining the condition of a fixed magnetic layer at the condition of having been stabilized dramatically]. On the other hand, when a free magnetic layer is divided by two through the nonmagnetic middle class and considers as a spin bulb mold thin film magnetic cell at least, a switched connection magnetic field occurs among the free magnetic layers divided by two, and it considers as a ferrimagnetism condition, and can be reversed with sufficient sensitivity to an external magnetic field. [0211] furthermore, by the manufacture method of the spin bulb mold thin film magnetic cell of this invention In an antiferromagnetism layer and a bias layer, Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os, The property of said alloy is used using the alloy containing at least one sort in Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Kr, and Xe, or two sorts or more of elements and Mn. Since the magnetization direction of a fixed magnetic layer is fixed by heat treatment of the 1st time and the magnetization direction of a free magnetic layer is arranged in the magnetization direction of said fixed magnetic layer, and the crossing direction by the 2nd heat treatment Without having an adverse effect in the magnetization direction of a fixed magnetic layer, the magnetization direction of said free magnetic layer can be arranged in the magnetization direction of said fixed magnetic layer, and the crossing direction, and the spin bulb mold thin film magnetic cell excellent in thermal resistance can be obtained. [0212] Moreover, the manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell Since it is the method of carrying out the laminating of the antiferromagnetism layer, fixed magnetic layer, nonmagnetic conductive layer, free magnetic layer, and bias layer one by one, forming a layered product on a substrate, and heat-treating said layered product Like [when face forming said layered product, atmospheric air is not made to be touched with the front face of each class formed between said substrates and said bias layers and the front face of said each class touches atmospheric air] Since it is not necessary to form the layer on it after cleaning the front face which touched atmospheric air by ion milling or the reverse spatter, it can manufacture easily. Moreover, repeatability can consider as the good manufacture method. Furthermore, since it is necessary to clean the front face of said each class neither by ion milling nor the reverse spatter, the contamination by the reattachment object, the adverse effect to generating of the exchange anisotropy field by turbulence of a surface crystallized state, etc. can be made into the outstanding manufacture method which the inconvenience resulting from cleaning does not produce. [0213] moreover, by the manufacture method of the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell While removing said a

part of bias layer and forming the crevice of the width of face near the width of recording track. Since the truck slot of the width of face equivalent to the width of recording track is formed in said free magnetic layer located under this crevice. Since a bias layer does not remain in the pars basilaris ossis occipitalis of said truck slot even when dispersion is in the thickness of said bias layer, the width of recording track can be demarcated with a sufficient precision, and the spin bulb mold thin film magnetic cell which can respond to high recording density-ization can be obtained. Moreover, since it is easy to remove a bias layer thoroughly, it can manufacture easily. [0214] Moreover, since it comes to prepare the above-mentioned spin bulb mold thin film magnetic cell for a slider, the thin film magnetic head of this invention is excellent in endurance and thermal resistance, and can be used as the thin film magnetic head from which sufficient exchange anisotropy field is obtained.

CLAIMS

[Claim(s)] [Claim 1] It is the spin bulb mold thin film magnetic cell which has a slot characterized by providing the following, and a flat part of the both sides, and is characterized by having arranged said bias layer on both flat parts of said free magnetic layer. An antiferromagnetism layer A fixed magnetic layer to which it is formed in in contact with said antiferromagnetism layer, and the magnetization direction is fixed by exchange anisotropy field with said antiferromagnetism layer A free magnetic layer formed through a nonmagnetic conductive layer on said fixed magnetic layer. It is the truck slot on the width of face where it is the spin bulb mold thin film magnetic cell which has a bias layer which arranges the magnetization direction of said free magnetic layer in the direction which crosses to the magnetization direction of said fixed magnetic layer, and a conductive layer which gives detection current to said free magnetic layer, and said free magnetic layer is equivalent to the width of recording track in a field of a direction where said fixed magnetic layer is arranged, and an opposite hand. [Claim 2] Said antiferromagnetism layer and said bias layer are a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 1 characterized by consisting of an alloy containing at least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and Mn. [Claim 3] A spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 1 or 2 characterized by considering as a ferrimagnetism condition that sense of magnetization differs 180 degrees in the layers by which at least one side of said fixed magnetic layer and said free magnetic layer was divided and divided by two through a nonmagnetic interlayer. [Claim 4] Said antiferromagnetism layer is claim 1 characterized by being the alloy which consists of the following empirical formula thru/or a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 3. $XmMn_{100-m}$, however X are at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, and the Os(es), and m which shows a presentation ratio is $m < 48 \text{ atom } \% < 60 \text{ atom } \%$. [Claim 5] Said bias layer is claim 1 characterized by being the alloy which consists of the following empirical formula thru/or a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 3. $XmMn_{100-m}$, however X are at least one or more sorts of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, and the Os(es), and m which shows a presentation ratio is $m < 52 \text{ atom } \% < 60 \text{ atom } \%$. [Claim 6] Said antiferromagnetism layer is claim 1 characterized by being the alloy which consists of the following empirical formula thru/or a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 3. $PtmMn_{100-m-n}Zn$, however Z are at

least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Rh, Ru, Ir, and the Os(es), and m and n which show a presentation ratio are $48 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [Claim 7] Said bias layer is claim 1 characterized by being the alloy which consists of the following empirical formula thru/or a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 3. $\text{PtMn}100\text{-m-nZn}$, however Z are at least one sort or two sorts or more of elements of Pd, Rh, Ru, Ir, and the Os(es), and m and n which show a presentation ratio are $52 \text{ atom } \% \leq m+n \leq 60 \text{ atom } \%$ and $n \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 40 \text{ atom } \%$. [Claim 8] Said antiferromagnetism layer is claim 1 characterized by being the alloy which consists of the following empirical formula thru/or a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 3. $\text{PtqMn}100\text{-q-jLj}$, however L are at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and q and j which show a presentation ratio are $48 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [Claim 9] Said bias layer is claim 1 characterized by being the alloy which consists of the following empirical formula thru/or a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 3. $\text{PtqMn}100\text{-q-jLj}$, however L are at least one sort or two sorts or more of elements of Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and q and j which show a presentation ratio are $52 \text{ atom } \% \leq q+j \leq 60 \text{ atom } \%$ and $j \leq 0.2 \text{ atom } \% \leq 10 \text{ atom } \%$. [Claim 10] A manufacture method of a spin bulb mold thin film magnetic cell characterized by providing the following. On a substrate, it is an antiferromagnetism layer. A fixed magnetic layer A nonmagnetic conductive layer A process which carries out the laminating of a free magnetic layer and the bias layer one by one, and forms a layered product, Impressing the 1st magnetic field which is the direction which intersects perpendicularly with the truck cross direction to said layered product While heat-treating at the 1st heat treatment temperature, making said antiferromagnetism layer and a bias layer generate an exchange anisotropy field and fixing magnetization of said fixed magnetic layer and said free magnetic layer in the same direction A process which makes size an exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer rather than an exchange anisotropy field of said bias layer, Impressing the 2nd larger magnetic field smaller than an exchange anisotropy field of said antiferromagnetism layer than an exchange anisotropy field of said bias layer crosswise [truck] A process which heat-treats at the 2nd heat treatment temperature higher than said 1st heat treatment temperature, and gives a bias magnetic field of a direction which intersects the magnetization direction of said fixed magnetic layer at said free magnetic layer, A process which forms a truck slot of width of face which is equivalent to the width of recording track at said free magnetic layer located under this crevice while removing said a part of bias layer and forming a crevice of width of face near the width of recording track, and a process which forms a conductive layer which gives detection current on said bias layer at said free magnetic layer [Claim 11] A manufacture method of a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 10 characterized by using an alloy which contains at least one sort or two sorts or more of elements of Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os, Au, Ag, Cr, nickel, Ne, Ar, Xe, and the Kr(s), and Mn in said antiferromagnetism layer and said bias layer. [Claim 12] Said 1st heat treatment temperature is the manufacture method of claim 10 characterized by being the range of 220 degrees C - 240 degrees C thru/or a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 11. [Claim 13] said 2nd heat treatment -- a manufacture method of claim 10 characterized by a range of temperature being 250 degrees C - 270 degrees C thru/or a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 12. [Claim 14] The thin film magnetic head characterized by

coming to prepare claim 1 thru/or a spin bulb mold thin film magnetic cell according to claim 9 for a slider.

[Translation done.]